AMAZÔNIA E A EXPANSÃO DA HIDROELETRICIDADE NO BRASIL: VULNERABILIDADES, IMPACTOS E DESAFIOS

João Leonardo da Silva Soito

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético.

Orientadores: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Luiz Fernando Loureiro Legey

Rio de Janeiro
Setembro de 2011

AMAZÔNIA E A EXPANSÃO DA HIDROELETRICIDADE NO BRASIL: VULNERABILIDADES, IMPACTOS E DESAFIOS

João Leonardo da Silva Soito

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:

_____

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, D. Sc.

_____

Prof. Luiz Fernando Loureiro Legey, Ph. D.

_____

Prof. Luiz Pinguelli Rosa, D. Sc.

_____

Profa. Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora, D. Sc.

_____

Prof. Neílton Fidelis da Silva, D. Sc.

_____

Prof. Luiz Landau, D.Sc.

RIO DE JANEIRO

SETEMBRO DE 2011

Soito, João Leonardo da Silva

Amazônia e a Expansão da Hidroeletricidade: Vulnerabilidades, Impactos e Desafios/ João Leonardo da Silva Soito. – Rio de Janeiro: UFRJ / COPPE, 2011.

XXIX, 403 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Luiz Fernando Loureiro Legey

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2011.

Referencias Bibliográficas: p. 344-378.

1. Hidroeletricidade 2. Recursos Hídricos 3. Amazônia. 4. Vulnerabilidade. 5. Desafios I. Freitas, Marcos A. V., *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

Dedico esta Tese ao pequeno Miguel.

O homem se distingue dos outros seres pelo seu sentido de justiça.

Para onde quer que tu vás, vai todo, leva junto teu coração.

Confúcio[1]

[1] Derivado dos ensinamentos de Kung Fu-Tsé (551-479 a.C), o confucionismo é a principal influência filosófica e ética na sociedade chinesa. As bases de sua filosofia social são a piedade filial e o respeito à tradição, e a regra mais importante é "não faças aos outros o que não queres que te façam a ti". (MAGEE, 2001)

Devemos compreender de modo dialético a relação entre a educação sistemática e a mudança social, a transformação política da sociedade. Os problemas da escola estão profundamente enraizados nas condições globais da sociedade. (*Medo e Ousadia*, 1986)

Paulo Freire[2]

[2] Paulo Freire (1921-1997) é autor de uma vasta obra traduzida em várias línguas. Dentre os livros mais conhecidos estão a *Educação como Prática da Liberdade* (1967) e a *Pedagogia do Oprimido* (1970).

AGRADECIMENTOS

São muitos os agradecimentos, afinal, recebi os mais diversos apoios desde o novo ingresso no Programa de Planejamento Energético (PPE).

Ao professor orientador Marcos Freitas um agradecimento especial por todo o apoio dado para a elaboração desta tese. Agradeço, ainda, pela parceria no Projeto *Hidro-Clim* de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) celebrado entre o Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG/COPPE/UFRJ) e Furnas Centrais Elétricas. Observar sua habilidade para pesquisa compondo diversos interesses foi um grande aprendizado.

Ao professor Luiz Fernando Loureiro Legey. Esteio importante desde o início do mestrado em 1998, agradeço-lhe por tê-lo como co-orientador.

Às professoras Mônica da Hora, da Universidade Federal Fluminense, e Heloísa Firmo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela generosidade que ambas tiveram em compartilhar seus conhecimentos em recursos hídricos.

Aos amigos que fiz no IVIG, em particular ao professor Neílton Fidelis, pela troca de conhecimentos no tema hidroeletricidade através dos projetos desenvolvidos pelo IVIG, e ainda, pela convivência nos encontros do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, onde tive a oportunidade de participar como representante do Conselho Empresarial pelo Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) para consolidação do Plano Setorial de Energia. Agradeço, ainda, à Veloni, Marta, José Luiz, Luiz Carlos, Raul e Roberto.

Ao professor Luiz Pinguelli Rosa, agradeço-lhe por compor a banca de tese. Professor que tive o prazer de conhecer em 1998 por ocasião de suas aulas no PPE, semeou em mim a vontade de absorver os mais variados conhecimentos.

Aos amigos do PPE: Sandrinha, Simone, Fernando, Paulo e o saudoso Abrahão Oigman, pela generosidade nas horas compartilhadas de estudo em métodos quantitativos, visando o exame de qualificação.

À minha querida esposa Roberta, sempre atenta e disposta a dar uma palavra de incentivo nos diversos momentos de angústia, por conta das adversidades naturais da vida.

E acima de tudo, à Deus.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

AMAZÔNIA E A EXPANSÃO DA HIDROELETRICIDADE NO BRASIL: VULNERABILIDADES, IMPACTOS E DESAFIOS

João Leonardo da Silva Soito

Setembro/2011

Orientadores: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Luiz Fernando Loureiro Legey

Programa: Planejamento Energético

Este estudo buscou compreender a evolução do planejamento do setor elétrico no Brasil em seu contexto histórico, destacando as principais mudanças técnicas, econômicas, institucionais e regulatórias, sobrepondo a questão da gestão dos recursos hídricos e a inserção das variáveis socioambientais.

Considerando o aproveitamento do potencial hidráulico da bacia Amazônica e o estreito vínculo da hidroeletricidade com a água e o clima, tornou-se necessário o estudo dos impactos, vulnerabilidades e possibilidades de adaptação frente às mudanças climáticas globais em curso e às crescentes restrições ambientais.

Questões como os conflitos pelo uso dos recursos hídricos, eventos extremos, novos arranjos institucionais e regulatórios, oportunidades tecnológicas e econômicas do setor e a integração com países vizinhos são tratadas de forma a subsidiar uma proposta de redução da vulnerabilidade já existente para a expansão e manutenção da geração hidroelétrica no país.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

AMAZON AND THE EXPANSION OF HYDROPOWER GENERATION IN BRAZIL: VULNERABILITIES, IMPACTS AND CHALLENGES

João Leonardo da Silva Soito

September / 2011

Advisors: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Luiz Fernando Loureiro Legey

Department: Energy Planning

This study sought to understand the evolution of the brazilian electric sector planning in its historical context, highlighting the major changes in technical, economic, institutional and regulatory which affect the management of water resources together with the insertion of social and environmental variables.

Considering the use of the hydraulic potential of the Amazon basin and the close bond of hydroelectricity with water and climate, it became necessary to study the impacts, vulnerabilities and adaptation possibilities in the face of ongoing global climate change and increasing environmental restrictions.

Issues such as conflicts over use of water resources, extreme events, new institutional and regulatory arrangements, technological and economic opportunities in the sector and integration with neighboring countries are treated in such a way as to support a proposal to reduce the already existing vulnerability in terms of the expansion and maintenance of hydroelectric generation in the country.

Abreviações

AAI – Avaliação Ambiental Integrada
ACEE - Administrador dos Contratos de Energia Elétrica
ACL - Ambiente de Contratação Livre
ACR - Ambiente de Contratação Regulada
AHE – Aproveitamento Hidroelétrico
AHIMOC – Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental
ALAGO - Associação dos Municípios do Lago de Furnas
AM – Amazonas (Estado da República Federativa do Brasil)
AMFORP – *American & Foreing Power Co.*
ANA – Agência Nacional de Águas
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APP - Área de Preservação Permanente
ASMAE - Administradora dos Serviços do Mercado Atacadista de Energia
BA – Bahia (Estado da República Federativa do Brasil)
BASA - Banco da Amazônia
BEN - Balanço Energético Nacional
BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDE - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNH - Banco Nacional de Habitação
CANAMBRA – Iniciais de Canadá, Estados Unidos (América) e Brasil
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCEAR - Contratos de Compra e Venda de Energia
CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCMA - Comitê Consultivo de Meio Ambiente
CCPE - Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos
CEC – *California Energy Comission*
CEEE - Comissão Estadual de Energia Elétrica
CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.
CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.
CEMIG - Centrais Elétricas de Minas Gerais

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

CERON – Centrais Elétricas de Rondônia

CESP - Centrais Elétricas de São Paulo

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

CFURH - Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos

CGCE - Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica

CNAEE - Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica

CGTEE - Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica

CHERP - Companhia Hidro Elétrica do Rio Pardo

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

CHEVAP - Companhia Hidro Elétrica do Vale do Paraíba

CIDES - Comissão Interministerial sobre Desenvolvimento Sustentável

CMCP - Custo Marginal de Curto Prazo

CMLP – Custo Marginal de Longo Prazo

CME – Companhia Mineira de Eletricidade

CMO- Custo Marginal de Operação

CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CNARH - Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos

CNI - Confederação Nacional da Indústria

CNOS – Centro Nacional de Operação do Sistema

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COMAGE - Comitê de Meio Ambiente do Sistema Eletrobrás

COMASE - Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico

CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONSIGE - Conselho Superior do Sistema Eletrobrás

COPEL – Companhia Paranaense de Energia

COPEM - Comitê de Operação, Planejamento, Engenharia e Meio Ambiente

CPDS - Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

CQNUMC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

CRABI - Comissão Regional dos Atingidos por Barragens do Rio Iguaçu

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

CTEE - Comitê Técnico para Estudos Energéticos

CTEM - Comitê Técnico para Estudos de Mercado

CTSA - Comitê Técnico para Estudos Socioambientais

CTST - Comitê Técnico para Estudos de Transmissão

DMA – Diretriz Marco da Água

DNAE - Departamento Nacional de Águas e Energia

DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DNPM - Divisão de Águas do Departamento Nacional de Produção Mineral

DRDH – Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A.

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.

ENERAM - Comitê Coordenador dos Estudos Energéticos da Amazônia

EPC - *Engineering Procurement Construction*

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ESCELSA - Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.

FFE - Fundo Federal de Eletrificação

FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

FMI – Fundo Monetário Internacional

FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FUNAI - Fundação Nacional do Índio

FURNAS – FURNAS Centrais Elétricas S.A.

GCOI - Grupo Coordenador para a Operação Interligada

GCPS - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos

GCPT - Grupos Coordenadores do Planejamento do Sistema de Transmissão

GO – Goiás (Estado da República Federativa do Brasil)

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

IEA – *International Energy Agency*

INCRA - Instituto Brasileiro de Colonização e Reforma Agrária

INPA - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

IQA - Índice de Qualidade da Água

IIRSA - Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana

IUEE - Imposto Único sobre Energia Elétrica

IVIG - Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais

LP – Licença Prévia

LI – Licença de Instalação

LIGHT – *Brazilian Traction, Light and Power Co.*

LO – Licença de operação

MA – Maranhão (Estado da República Federativa do Brasil)

MAB - Movimento dos Atingidos por Barragens

MAE - Mercado Atacadista de Energia Elétrica

MCT _ Ministério da Ciência e tecnologia

ME- Matriz Energética

MG – Minas Gerais (Estado da República Federativa do Brasil)

MIRAD - Ministério da Reforma e do Desenvolvimento Agrário

MLT - Média a Longo Termo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MRE –Ministério de Relações Exteriores

MST - Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra

MSUI - Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas

MP – Ministério Público

NEWAVE - Modelo de otimização a subsistemas

OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Developement*

OMM – Organização Meteorológica Mundial

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONG – Organização Não Governamental

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

ONU – Organização das Nações Unidas

OPE - Orçamento Padrão da Eletrobrás

OTCA – Organização do Tratado de Cooperação Amazônica

PA – Pará (Estado da República Federativa do Brasil)

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PACUERA - Plano de Conservação do Uso do Entorno do Reservatório Artificial

PAEG - Plano de Ação Econômica do Governo

PBA – Plano Básico Ambiental

PCH - Pequena Central Hidroelétrica

PIB – Produto Interno Bruto

PDE – Plano Decenal de Energia

PDMA – Plano Diretor de Meio Ambiente

PET - Programa de Expansão da Transmissão

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PGSP - Plano de Gestão Sócio-Patrimonial

PND – Plano Nacional de Desenvolvimento

PNE – Plano Nacional de Energia

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

PNRA - Plano Nacional de Reforma Agrária

PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos

PPA – Plano Plurianual

PR – Paraná (Estado da República Federativa do Brasil)

PRS – Plano de Reestruturação Setorial

PTSE - Plano de Transformação e Fortalecimento do Sistema Eletrobrás

PVEA - Plano de Valorização Econômica da Amazônia

RBE – Revisão do Balanço Energético

RESEB – Reestruturação do Setor Elétrico

RESEB-COM – Complementação da Reestruturação do Setor Elétrico

REVISE - Revisão Institucional do Setor Elétrico

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RJ – Rio de Janeiro (Estado da República Federativa do Brasil)

RO – Rondônia (Estado da República Federativa do Brasil)

ROL - Receita Operacional Líquida

RS – Rio Grande do Sul (Estado da República Federativa do Brasil)

SC – Santa Catarina (Estado da República Federativa do Brasil)

SP – São Paulo (Estado da República Federativa do Brasil)

SCMA - Subcomitê de Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIN – Sistema Interligado Nacional

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SINSC - Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação da Operação Interligada

SINV – Sistema para Estudos de Inventário Hidroelétrico

SIPOT - Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNIRH - Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos

SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica

SOTELCA - Sociedade Termoelétrica de Capivari

SPVA - Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia

SUDAM - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

TAR – Tarifa de Referência

TERMOCHAR - Termoelétrica Charqueadas

UFPA - Universidade Federal do Pará

UHE – Usina Hidroelétrica

UNESCO - *The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

ÚNICA - União da Indústria da cana-de-açúcar

USELPA - Usinas Elétricas do Paranapanema

VMO – Vazão Máxima Outorgável

ZEE - Zoneamento Ecológico- Econômico

Lista de Figuras

Figura 1: Usina Hidroelétrica Ribeirão do Inferno.....8
Figura 2: Usina Hidroelétrica Marmelos Zero…….....9
Figura 3: Rio Grande, em Passos (MG), local escolhido para a construção da Usina Hidroelétrica de Furnas.....14
Figura 4: Evolução do Sistema de Transmissão (1960, 1970 e 1980).....20
Figura 5: Comício das *Diretas Já* em 1984.....23
Figura 6: Princípio Básico de Funcionamento de uma Usina Hidroelétrica.....83
Figura 7: Diagrama Esquemático das Usinas Hidroelétricas do SIN.....84
Figura 8: Subsistemas do SIN.....86
Figura 9: Sistema Interligado Nacional (SIN).....89
Figura 10: Usinas Hidroelétricas em Operação (> 30 MW).....91
Figura 11: Agentes Institucionais do setor elétrico (EPE, 2010).....92
Figura 12: Organograma Eletrobrás.....95
Figura 13: Plano Plurianual.....103
Figura 14: Expansão SIN.....105
Figura 15: Visões Estratégica, de Programação e Monitoramento.....106
Figura 16: Árvore de decisão para a operação de sistemas hidrotérmicos.....111
Figura 17: Procedimento de cálculo da garantia física.....113
Figura 18: Etapas de planejamento e implantação de aproveitamentos hidroelétricos.115
Figura 19: Partição de Quedas.....117
Figura 20: Grupos e Subgrupos de revisão do Inventário Hidroelétrico.....123
Figura 21: Etapas de planejamento e implantação de aproveitamentos hidrelétricos...128
Figura 22: Potencial Hidráulico Brasileiro Total por Região.....137
Figura 23: Potencial Hidroelétrico Brasileiro. (Estudos e Estimados /Operação e Construção).....138
Figura 24: Biomas Brasileiros.....139
Figura 25: Acréscimo de Potência Hidroelétrica Instalada (MW) por Região.....140
Figura 26: Distribuição das Hidroelétricas Existentes e Planejadas.....142
Figura 27: Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.....149
Figura 28: Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos.....156
Figura 29: Beneficiários da Compensação e percentuais.....171

Figura 30: Diagrama de Composição do SNIRH.....175
Figura 31: Repartição da Água na Terra.....178
Figura 32: Ciclo Hidrológico.....181
Figura 33: Infiltração e Percolação.....182
Figura 34: A posição das ações de mitigação e adaptação dentro do contexto das mudanças climáticas.....188
Figura 35: Projeções de mudanças em vazões de rios ate 2050 (média de 12 modelos do IPCC AR4, cenário A1B).....193
Figura 36: América do Sul — padrões de chuva de 1960 a 2000.....195
Figura 37: Bacia do rio São Francisco – principais conflitos no uso da água.....198
Figura 38: Reservatório Billings.....201
Figura 39: Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.....202
Figura 40: Reservatório da UHE Furnas.....203
Figura 41: Corte transversal reservatório da UHE Furnas.....204
Figura 42: Reservatório UHE Furnas no município de Capitólio (2001 e 2003).....204
Figura 43: Municípios Ribeirinhos do Lago de Furnas – ALAGO.....205
Figura 44: Restrições Ambientais - Defluência Mínima.....208
Figura 45: Comprometimento da navegação na Hidrovia Tietê – Paraná.....209
Figura 46: Percentual de Domicílios Atendidos por Rede Geral de Esgotamento Sanitário.....216
Figura 47: Porcentagem de Irrigação no total de propriedades.....217
Figura 48: Principais Hidrovias.....219
Figura 49: Tanque-Rede de criação de Tilápia, em Uruaçú.....220
Figura 50: Macrófitas no Reservatório da UHE Serra da Mesa (GO).....221
Figura 51: Grupos Ecológicos das Macrófitas.....221
Figura 52: Volume de Espera de reservatórios hidrelétricos.....224
Figura 53: Bacias transfronteiriças na Europa.....231
Figura 54: Massas de água superficiais na Espanha e estado de pressões sobre essas massas.....232
Figura 55: Regiões Hidrográficas do Brasil.....238
Figura 56: Ottobacias Nível 1: América do Sul.....239
Figura 57: Ottobacias no Brasil – Níveis 1, 2, 3 e 4.....240
Figura 58: Bacias Transfornteiriças.....241

Figura 59: Região Hidrográfica Amazônica.Sub-regiões Hidrográficas (Nível1).....242
Figura 60: Fontes de Matéria erodida da Bacia Amazônica.....244
Figura 61: Hidrografia da Bacia Amazônica.....245
Figura 62: Áreas de drenagem dos principais rios Amazônicos.....246
Figura 63: Países da Bacia Amazônica.....249
Figura 64: Modelo de interação entre as ciências de informação geográfica (Sensoriamento remoto, cartografia, sistemas de informação geográficas e levantamento) à medida que elas se relacionam com a matemática e a lógica, e com as ciências físicas, biológicas e sociais.....254
Figura 65: Estações Projeto Hibam.....255
Figura 66: ADCP e Molinetes.....257
Figura 67: Medição com ADCP.....257
Figura 68: Mapa da Bacia Amazônica no Brasil.....263
Figura 69: Disponibilidade hídrica superficial por microbacia.....264
Figura 70: Curva de Permanência Típica.....266
Figura 71: IQA dos Pontos de Monitoramento em 2009.....266
Figura 72: Planos Estaduais de Recursos Hídricos.....269
Figura 73: Planos de Bacias Interestaduais.....269
Figura 74: Temperatura da Superfície do Mar – Setembro e Outubro 2005.....272
Figura 75: Municípios em Estado de Emergência, Calamidade Pública e Calamidade Pública – mais grave, em 19/10/2005.....273
Figura 76: Eventos Críticos - Municípios em situação de emergência por seca em 2010.....274
Figura 77: Precipitação no período de julho a dezembro de 2010.....275
Figura 78: Imagens da Cheia de 2009.....279
Figura 79: Unidades de Conservação e Terras Indígenas na Amazônia.....281
Figura 80: Mapa de Integração dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos dos Estados da Amazônia Legal.....286
Figura 81: Bacia Transfronteiriça do rio Madeira 289
Figura 82: Perfil da Bolívia, com indicação das províncias fisiográficas.....290
Figura 83: Bacia do rio Madeira.....292
Figura 84: Bacia do rio Madeira – mapa hipsométrico (altitude em metros).....292
Figura 85: Reconhecimento aéreo, confluência dos rios Beni e Mamoré, formando o rio Madeira.....294

Figura 86: Extensão aérea dos glaciares de Chacaltaya, Bolívia (1940 a 2005).....295
Figura 87: Redução dos glaciares, da disponibilidade hídrica e da oferta de geração hidroelétrica.....297
Figura 88: Hidrovias da Região Hidrográfica Amazônica.....298
Figura 89: Eixo Peru-Brasil-Bolívia.....302
Figura 90: Localização AHEs Jirau e Santo Antônio.....303
Figura 91: Opção de um único barramento.....303
Figura 92: Opção de dois barramentos.....304
Figura 93: Não inundação do território da Bolívia.....305
Figura 94: Diferença entre as usinas com reservatório de acumulação e a fio d'água. 307
Figura 95: Turbina Bulbo.....308
Figura 96: Termo de Referência e as três Áreas de Abrangência.....309
Figura 97: SIG Bacia Transfronteiriça do Rio Madeira.....313
Figura 98: Aquecimento da superfície global para diferentes cenários.....330
Figura 99: Expansão Licitada e Planejada das Linhas de Transmissão do SIN.....334
Figura 100: Bacias Hidrográficas com Rios Fronteiriços e Transfronteiriços.....390
Figura 101: Bacia do Rio Amazonas.....391
Figura 102: Bacia do Rio Acre.....392
Figura 103: Bacia do Rio Apa.....393
Figura 104: Bacia do Rio Paraná.....394
Figura 105: Bacia do Rio Paraguai.....395
Figura 106: bacia do Rio Uruguai.....396
Figura 107: Bacia do Rio Oiapoque.....397
Figura 108: Lagoa Mirim.....398
Figura 109: Bacia do rio Quaraí.....399

Lista de Tabelas

Tabela 1: Número de usinas com início de construção previsto até 1997.....26
Tabela 2: Projetos apoiados com recursos financeiros externos.....32
Tabela 3: Risco de Déficit de Energia (2000-2009).....48
Tabela 4: Estágios de Desenvolvimento: Países Desenvolvidos e Brasil.....56
Tabela 5: Os quatro vetores de atuação do Plano de Transformação do Sistema Eletrobrás (PTSE).....67
Tabela 6: Estratégias de Desenvolvimento para a Amazônia após 1912.....77
Tabela 7: Meta PPA 2012-2015 - Setor Elétrico.....104
Tabela 8: Maiores Produtores de Hidroeletricidade em Termos de Capacidade Instalada e Participação na Geração Elétrica Doméstica.....134
Tabela 9: Expansão Hidroelétrica Contratada e em Construção na Região Norte (2011 a 2016).....139
Tabela 10: Projetos Hidroelétricos a serem viabilizados na Região Norte (2016 a 2020).....140
Tabela 11: Área de Drenagem, $Q_{95\%}$ e VMO.....168
Tabela 12: Distribuição dos percentuais relativos à Lei 9.991/2000.....174
Tabela 13: Implicações na Energia Assegurada e na Perda do Potencial de Geração..206
Tabela 14: Perdas na Compensação Financeira.....207
Tabela 15: Distritos sem rede coletora de esgoto na Região Norte.....215
Tabela 16 : Elementos de qualidade e indicadores operacionais da classificação do "estado ecológico".....229
Tabela 17: Valores de disponibilidade de recursos e estresse hídrico para alguns países da União Européia.....234
Tabela18: Disponibilidade hídrica e vazões médias e de estiagem.....265
Tabela 19: Vazões outorgadas para captação por Região Hidrográfica.....267
Tabela 20: Vazões outorgadas por principais finalidades de uso.....267
Tabela 21: Planos de Bacias Interestaduais existentes na Região Norte.....271
Tabela 22: Histórico das cheias do sistema Negro/Solimões em Manaus.....278
Tabela 23: Províncias fisiográficas da Bolívia.....291
Tabela 24: Características dos AHEs Santo Antônio e Jirau.....306
Tabela 25: Relações Reservatório/Potência e Potência/Reservatório.....306

Tabela 26: Experiência internacional na utilização de Turbinas Bulbo 308
Tabela 27: Comparação entre forma de geração elétrica.....328

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Histórico Mensal do CMO do Subsistema Sul/Sudeste.....39
Gráfico 2: Capacidade Instalada *versus* Geração de Energia (1980-1999).....47
Gráfico 3: Energia Contratada e Energia Assegurada (2001-2023).....63
Gráfico 4: Distribuição das Demandas Consuntivas por Finalidade de Uso.....82
Gráfico 5: Complementariedade Hidrológica entre os Subsistemas do Setor Elétrico Brasileiro 85
Gráfico 6: Geração Elétrica (GWh) no SIN por fontes. (2000 a 2010).....87
Gráfico 7: Geração Elétrica Percentual por Fontes no SIN (2000 a 2010).....88
Gráfico 8: Estimativa da Capacidade Instalada do SIN até 2020.....90
Gráfico 9: Oferta de Energia por Fontes (2008-2030).....108
Gráfico 10: Matriz Elétrica – Oferta Interna %.....108
Gráfico 11: Expansão matriz elétrica por fontes (2009-2019).....109
Gráfico 12: Geração Hidroelétrica Mundial (1973 e 2008).....133
Gráfico 13: Geração Hidroelétrica Mundial por País (2008).....135
Gráfico 14: Geração Elétrica por Fontes (1973 e 2008).....136
Gráfico 15: Participação das Fontes no SIN em 2020…….....…….141
Gráfico 16: Distribuição da água doce superficial no mundo.....180
Gráfico 17: Alteração no Custo Marginal de Operação do Subsistema Sudeste.....210
Gráfico 18: Alteração no Custo Marginal de Operação do Subsistema Sul.....210
Gráfico 19:Alteração no Custo Marginal de Operação do Subsistema Nordeste.....211
Gráfico 20:Alteração no Custo Marginal de Operação do Subsistema Norte.....211
Gráfico 21: Concentração mg/l (Rede Hibam e Satélite – em Tamshiyacu).....256
Gráfico 22: Cotas Mínimas do Rio Negro em Manaus – 1903 – 2005.....273
Gráfico 23: Total de municípios que decretaram situação de emergência.....274
Gráfico 24: Cotas no Rio Amazonas (em Manaus).....276
Gráficos 25: Cotas no Rio Amazonas (em Óbidos).....276
Gráficos 26: Cotas no Rio Madeira (em Porto Velho).....276
Gráfico 27: Cheia de 2009 - Sistema Negro/Solimões.....279

Box 1: A Usina Hidroelétrica de Tucuruí: Marco Inicial dos Grandes Projetos.....79

Índice

Abreviações.....x
Lista de Figuras.....xvi
Lista de Tabelas.....xx
Lista de Gráficos.....xxii

Introdução.....1

Capítulo I. A Evolução do Planejamento da Expansão do Setor Elétrico.....8
I.1. As Primeiras Hidroelétricas no Brasil: Pré-CANAMBRA (1883-1962).....8
I.2. Dos estudos CANAMBRA aos Dias Atuais.....15
I.2.1. CANAMBRA (1962-1970).....15
I.2.1.1. Os Estudos Energéticos na Amazônia: O ENERAM.....17
I.2.2. Planejamento Centralizado (1970-1979).....18
I.2.2.1. A Continuidade dos Estudos Energéticos na Amazônia.....21
I.2.3. GCPS (1980-1999).....21
I.2.3.1. Contexto Histórico Nacional: Abertura Política e Início da Inserção da Variável Socioambiental..... 22
O Início da Inserção da Variável Socioambiental.....25
I.2.3.1.1. Licenciamento Ambiental.....27
A reestruturação e/ou criação dos setores de meio ambiente.....30
I.2.3.1.2. O PRS e o Banco Mundial.....31
O Início da Reestruturação do Setor Elétrico.....38
I.2.3.2. O Plano Decenal de Expansão 1990-1999.....40
O Processo de Desestatização do Setor Elétrico.....42
I.2.4. Transição (1997-2003).....44
I.2.4.1. A crise de Desabastecimento de 2001 e o Racionamento de Energia.....49
I.2.4.1.1.A Criação da Agência Nacional de Águas (ANA).....51
Breve Histórico até sua Criação.....51
Estágios de Desenvolvimento e Bacias Transfronteiriças.....54
I.2.4.2. O PGSP (2001) e o PACUERA (2002).....57
I.2.4.3. A Lei de Crimes Ambientais e os "Novos" Atores Envolvidos..58
I.2.5. Pós-Racionamento.....61

I.2.5.1. Sobre Expressiva de Energia em 2003.....62
O Plano de Fortalecimento e Transformação do Sistema Eletrobrás....66
I.2.5.2. Apagão 2009: O Problema Foi Outro.....68

Capítulo II. A Expansão dos Aproveitamentos Hidroelétricos para a Amazônia..69
II.1. Contexto Histórico Nacional e a Questão do Desenvolvimento da Amazônia.....69
II.2. Aproveitamentos Hidroelétricos no contexto do Sistema Interligado Nacional (SIN).....81
II.2.1. A Participação da Hidroeletricidade no SIN.....87
II.2.1.1. Sistemas Isolados.....90
II.3. O Processo de Planejamento Energético e a Oferta de Energia Elétrica.....92
II.3.1 Agentes Institucionais do Novo Modelo do Setor Elétrico.....92
II.3.1.1. Atividades de Governo.....92
Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).....92
Ministério de Minas e Energia (MME).....93
Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE).....95
II.3.1.2. Atividades Regulatórias.....96
Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).....96
II.3.1.3. Atividades Especiais.....97
Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).....97
Empresa de Pesquisa Energética (EPE).....98
Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.....101
II.3.2. Planejamento Energético.....102
PPAs – Os Planos Plurianuais.....103
Matriz Energética e Plano Nacional de Energia.....105
II.3.3. Planejamento da Expansão da Oferta de Energia Elétrica.....109
Operação do MSUI.....114
II.4. As Etapas do Planejamento de Aproveitamentos Hidroelétricos.....115
II. 4.1. Estimativa do Potencial Hidráulico.....116
II.4.2. Estudos de Inventário Hidroelétrico.....116
II.4.2.1. Dos Estudos CANAMBRA ao Manual de Inventário Hidroelétrico 2007.....118
Manual de 1977.....119
Manual de 1984.....120

Manual de 1997.....121
Manual de 2007.....122
II.4.3. Estudos de Viabilidade e o Leilão para Concessão.....126
II.4.4. Projeto Básico e Projeto Executivo.....127
II.4.5. O Rito Processual e o Licenciamento Ambiental.....127
II.5.Aproveitamentos Hidroelétricos no Mundo e no Brasil.....132
II.5.1. Potencial Hidráulico Brasileiro.....136
II.5.1.1. A Expansão da Hidroeletricidade na Bacia Amazônica.....138

Capítulo III. Gestão das Águas em Bacias Hidrográficas e os Aproveitamentos Hidrelétricos.....143
III.1. Do Direito de Vizinhança à Gestão por Bacias Hidrográficas.....144
III.2. O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.....148
Conselhos de Recursos Hídricos.....150
Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU).....152
Agência Nacional de Águas (ANA).....152
Órgãos Gestores Estaduais.....152
Comitês de Bacia.....153
Agências de Bacia.....155
III.3. Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.....156
III.3.1. Planos de Recursos Hídricos.....157
Plano Nacional de Recursos Hídricos.....157
Planos Estaduais de Recursos Hídricos.....160
Planos de Bacias Hidrográficas.....161
III.3.2. Enquadramento dos Corpos de Água.....162
III.3.3. Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos.....163
Hidroeletricidade e Usos Múltiplos.....164
III.3.4. Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos.....169
Compensação Financeira Pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH).....170
CT-Hidro: O Fundo Setorial de Recursos Hídricos.....173
Projetos de Pesquisa & Desenvolvimento (P&Ds) do Setor Elétrico.....174
III.3.5. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.....175
III.4. Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e a Vulnerabilidade dos Aproveitamentos Hidroelétricos.....177

III.4.1. Ciclo Hidrológico.....180
III.4.1.1. Água Subterrânea.....183
III.4.1.2. Água Atmosférica.....184
Bacia Hidrográfica.....184
III.4.2. Ciclo Hidrossedimentológico.....184
III.4.3.Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação à Mudança Climática.....186
III.4.3.1 Efeitos e Vulnerabilidade Climática sobre os Recursos Hídricos.....189
Avaliações do IPCC.....189
III.4.3.2. Projeções de Mudanças Climáticas Regionais e suas Limitações.....192
III.4.3.3. Alterações de Tendências de Precipitação e Vazões na América do Sul.....193
III.5. Conflitos pelo Uso dos Recursos Hídricos envolvendo a Geração Hidroelétrica.....196
III.5.1. Bacia do Rio São Francisco.....197
III.5.2. Bacia do Rio Paraná.....198
III.5.2.1. O Caso da UHE Henry Borden – Região Metropolitana de São Paulo.....200
III.5.2.2. O Caso da UHE Furnas – Região do Sul de Minas Gerais.....201
III.5.2.2.1. As Várias Faces da Questão.....206
Perda Energética.....206
Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos.....207
Restrições Ambientais.....208
Navegação.....208
Custos Marginais de Operação.....209
III.5.2.2.2. Diálogo de Concertação para o Desenvolvimento Sustentável do Lago da UHE Furnas.....212
III.5.3. Principais Usuários de Recursos Hídricos.....214
III.5.3.1. Saneamento.....214
III.5.3.2. Agropecuária.....216
III.5.3.3. Navegação.....218
III.5.3.4. Pesca e Aquicultura.....219

III.5.3.5. Turismo.....221
III.5.3.6. Indústria.....222
III.5.3.7. Mineração.....223
III.5.4.. Eventos Hidrológicos Críticos.....223
III.6. A Política de Gestão Integrada no Mundo e Tendências Atuais.....226
III.6.1. A Diretiva Marco da Água.....227
III. 6.2. A Gestão da Água e a Escassez na Espanha.....231
III.6.3. A Cobrança Pelo Uso dos Recursos Hídricos na Europa e no Brasil....233
III.6.3.1. A Cobrança na Europa.....233
III.6.3.2. A Cobrança no Brasil.....234
III.6.4. A Gestão Integrada de Água e Energia: A Política Californiana.....235

Capítulo IV. Bacias Hidrográficas Transfronteiriças: O Caso da Bacia do Rio Madeira.....238
IV.1. Bacias Transfronteiriças no Brasil.....238
IV.1.1. Metodologia de Classificação de Bacias Hidrográficas.....238
IV.1.2.A Bacia Amazônica Continental.....243
IV.1.2.1. Caracterização da Bacia.....243
IV.1.2.1.1. Geomorfologia.....243
IV.1.2.1.2. Hidrografia.....244
IV.1.2.1.3. Clima.....246
IV.1.2.2. Projetos Científicos.....249
IV.1.2.2.1. GEF Amazonas 249
IV.1.2.2.2. HIBAM: Hidrogeoquímica da Bacia Amazônica.....251
Sensoriamento Remoto.....253
O Sensor MODIS.....254
ADCP: Acoustic Doppler Current Profiler……..….....256
IV.1.2.2.3. LBA: Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia.....258
IV.1.2.3. TCA: Tratado de Cooperação Amazônica.....259
IV.2. Bacia Amazônica Brasileira.....263
IV.2.1. O Estado das Águas.....263
Vazão Média, Disponibilidade Hídrica e Estiagem.....263

Qualidade das Águas.....266
Outorgas.....267
Plano de Recursos Hídricos Estaduais e Interestaduais.....268
IV.2.2. Eventos Extremos: Secas e Cheias.....271
IV.2.2.1. Eventos Extremos de Seca em 2005 e 2010..... 271
A Redução do Volume de Chuvas da Bacia Amazônica e a Anomalia de Aquecimento do Atlântico Norte em 2005.....271
Efeitos das Chuvas nas Vazões.....275
Desmatamento e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos.....276
O Impacto da Seca.....277
IV.2.2.2. Evento Extremo de Cheia em 2009.....277
IV.3. Amazônia e Ocupação.....280
IV.3.1. Índios e Quilombolas.....280
IV.3.2. Terras Devolutas.....281
IV.3.3. Desmatamento: A Extração da Madeira.....283
IV.3.4. Pecuária.....284
IV.3.5. Soja.....284
IV.3.6. Mapa de Integração dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos dos Estados da Amazônia Legal.....285
IV.4. A Bacia Transfronteiriça do Rio Madeira.....289
IV.4.1. Andes, Mudanças Climáticas e Águas Abaixo.....294
Degelo dos Andes.....294
Planejamento da Expansão da Navegação para a Região.....298
IV.4.2. IIRSA: Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana.....299
Eixo Amazônico do Sul (Peru-Brasil-Bolívia).....301
IV.4.2.1. O Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: As Usinas Hidroelétricas de Jirau e Santo Antônio.....303
IV.4.2.2. Turbinas Bulbo.....307
O Termo de Referência do IBAMA.....309
IV.5. Sistema de Informações Geográficas da Bacia do Rio Madeira.....311
IV.5.1. Etapas de Construção.....312

Capítulo V. Resultados, Conclusões e Recomendações.....314

Referências Bibliográficas.....342

Anexo I. Análise dos Manuais de Inventário Hidroelétrico (1977, 1984, 1997 e 2007).....379

Anexo II. Bacias Transfronteiriças do Brasil.....390

Anexo III. SIG Madeira: Sistema de Informações Geográficas da Bacia Hidrográfica do Rio Madeira.....400

Introdução

Devido à grande participação das usinas hidroelétricas no Sistema Elétrico Brasileiro, a geração de energia elétrica no país é fortemente dependente dos regimes hidrológicos das bacias hidrográficas. Como existe um desequilíbrio regional na disponibilidade da água – que pode ser observado através das secas recorrentes na região Nordeste, da degradação de rios e solos na região Sudeste, dos riscos socioambientais de cada região e da rápida elevação da demanda por água e energia em todo o território nacional – novos e antigos empreendimentos hidrelétricos estão, em maior ou menor grau, vulneráveis às mudanças climáticas. (FREITAS E SOITO, 2008)

A análise do potencial hidráulico do Brasil indica a bacia hidrográfica Amazônica como a nova fronteira da expansão hidroelétrica, nem tanto por uma escolha, mas pelo quase esgotamento do potencial hidráulico nas demais regiões do brasil.

Além da questão dos múltiplos usuários, a variabilidade climática e a pressão antrópica do desenvolvimento econômico associado à vulnerabilidade da população são fatores que aumentam os riscos[3] [4] de novos e antigos projetos de investimento de capital, notadamente aproveitamentos hidroelétricos, tendo em vista sua estreita relação com os recursos hídricos.

Nos últimos anos, a região Amazônica tem sofrido com eventos extremos de seca e cheias, causando vários transtornos à população o que indica a necessidade de uma avaliação das vulnerabilidades do setor hidroelétrico às mudanças climáticas.

Do exposto, consideramos importante compreender o processo histórico de evolução do planejamento do setor elétrico considerando – não exaustivamente - os aspectos técnicos, econômicos, institucionais e regulatórios envolvendo água e hidroelétricas, e a consequente inserção das variáveis socioambientais neste processo; o rito processual de obtenção das licenças ambientais; o contexto histórico da Amazônia à

[3] A necessidade de gerenciar riscos decorre, principalmente, da consciência de existência de fatores que podem alterar o objetivo do empreendimento. A identificação desses fatores e/ou das suas causas constitui uma das etapas fundamentais de qualquer metodologia de gestão dos riscos. O tipo de risco, a sua probabilidade de ocorrência, ou o seu impacto sobre o projeto, variam ao longo do ciclo de vida do mesmo, sendo por isso necessário proceder-se à identificação dos riscos, em todas as suas fases.

[4] Segundo MICHAELIS (1998), risco significa "possibilidade de perigo, incerto, mas previsível, que ameaça de dano à pessoa ou coisa".

época de implantação dos primeiros aproveitamentos hidroelétricos; e ainda, as vulnerabilidades existentes na bacia amazônica às mudanças climáticas.

Para tanto, tivemos como base as seguintes hipóteses;

i) Haverá expansão da hidroeletricidade na Matriz Elétrica Nacional;
ii) Existem gargalos no processo de licenciamento ambiental de aproveitamentos hidroelétricos;
iii) Os aproveitamentos hidroelétricos estão sujeitos a diversos conflitos pelo uso da água;
iv) Aproveitamentos hidroelétricos são vulneráveis à mudança do clima;
v) É necessário o uso de sistemas de informações que auxiliem à tomada de decisão;

Assim, esta pesquisa teve o seguinte objetivo geral e objetivos específicos associados:

1. Compreender a evolução do planejamento do setor elétrico no Brasil em seu contexto histórico, destacando – não exaustivamente - as principais mudanças técnicas, econômicas, institucionais e regulatórias, sobrepondo a questão da gestão dos recursos hídricos e a inserção das variáveis socioambientais, com vistas à subsidiar uma proposta de redução da vulnerabilidade já existente para expansão e manutenção da geração hidroelétrica na Amazônia.
    a. Analisar a evolução do planejamento da expansão do setor elétrico até os dias atuais em seu contexto histórico nacional e internacional, quando pertinente.
    b. Analisar a implantação dos primeiros aproveitamentos hidroelétricos na Amazônia no contexto histórico nacional e internacional, quando pertinente.
    c. Identificar e analisar o início da inserção das variáveis socioambientais no planejamento do setor elétrico.
    d. Identificar e analisar a introdução das variáveis socioambientais nos estudos de inventário hidroelétrico;
    e. Caracterizar os aproveitamentos hidroelétricos no contexto do Sistema Interligado Nacional (SIN)

f. Identificar e analisar a evolução da gestão das águas até os dias atuais, propondo melhorias;
g. Identificar as vulnerabilidades dos recursos hídricos e sua interface com a geração hidroelétrica;
h. Caracterizar os conflitos pelo uso da água envolvendo usinas hidroelétricas;
i. Identificar e analisar os principais gargalos da expansão da hidroeletricidade, propondo melhorias;
j. Identificar e analisar os principais gargalos no processo de licenciamento ambiental de aproveitamentos hidroelétricos, propondo melhorias;
k. Propor medidas de adaptação do sistema hidroelétrico brasileiro e dos usos da água aos riscos de mudanças climáticas;

A pesquisa para atendimento do objetivo geral e dos objetivos específicos associados, essencialmente de natureza qualitativa, se apoiou em uma revisão da literatura nacional e internacional, especialmente em relação aos aspectos de meio ambiente, água e clima. A análise também se baseou no levantamento e análise crítica do conteúdo das fontes documentais, associada à reconstrução do ambiente histórico. Foram analisados textos históricos de diversas naturezas, mas primordialmente, documentos oficiais como fontes primárias: discursos, estudos, relatórios, planos, programas, projetos, manuais, apresentações, diagnósticos, leis, decretos, normas e resoluções. As fontes foram situadas em seu momento histórico de elaboração a fim de compreender as motivações de sua elaboração.

Adicionalmente, indicar-se-á a estruturação de um ferramental teórico-prático multidisciplinar de identificação de restrições ao aproveitamento do potencial hidráulico, que deverá levar em consideração desde os temas locais (os planos de bacias hidrográficas, o zoneamento econômico-ecológico- ZEE, as necessidades do desenvolvimento econômico nacional, etc.) até as questões continentais e globais dos acordos de cooperação internacional entre os países.

Como área de estudo, será avaliada a bacia transfronteiriça do rio Madeira[5], principal afluente da margem direita do rio Amazonas. A escolha desta bacia foi motivada pelas seguintes razões:

1. Situada na região Norte, fronteira da expansão hidrelétrica, a bacia recebeu dois projetos hidrelétricos que foram objeto de muita polêmica. As usinas hidroelétricas de Jirau e Santo Antônio.
2. Bacia Hidrográfica Transfronteiriça, importando conhecer as dificuldades adicionais em se ter outros países compartilhando os mesmos recursos hídricos. O rio Madeira recebe afluentes oriundos da Bolívia e Peru.
3. Importância da Amazônia no ciclo hidrológico da região.
4. O tema clima e, notadamente, o tema das mudanças climáticas globais ganha importância com a questão do degelo dos Andes

Neste sentido, a estruturação será proposta na forma de um SIG[6] (Sistema de Informações Geográficas).

Estrutura Narrativa

A introdução apresenta a construção analítica da pesquisa introduzindo o tema principal – hidroeletricidade – sobre o qual orbitam os temas de interface abordados nesta tese: meio ambiente, água e clima. Ainda na introdução, são apresentados os objetivos gerais e específicos.

O presente trabalho é composto de 5 capítulos, assim divididos.

O capítulo I apresenta a evolução do planejamento da expansão do setor elétrico desde os primórdios da hidroeletricidade no Brasil até os dias atuais, contextualizando-a nos principais marcos históricos nacionais e internacionais. A evolução dos instrumentos normativos em meio ambiente e água, quando conveniente, foram sobrepostos como *layers* na estrutura narrativa de forma facilitar a análise conjunta destes aspectos com a hidroeletricidade.

O capítulo II trata da expansão dos aproveitamentos hidroelétricos para a Amazônia, apresentando primeiramente, o contexto histórico nacional à época de implantação dos primeiros aproveitamentos hidroelétricos na região. Em seguida, os

[5] A bacia transfronteiriça do rio Madeira será tratada no capítulo 4.
[6] Da sigla em inglês: GIS - *Geographic Information System.*

aproveitamentos hidroelétricos no Brasil são apresentados dentro do contexto do Sistema Interligado Nacional (SIN), um sistema elétrico de potência de grande porte. Em seguida, são apresentados os agentes do setor elétrico; a inserção do planejamento do setor elétrico dentro do planejamento do país; as etapas do planejamento de aproveitamentos hidroelétricos *pari passu* às atividades inerentes à obtenção das licenças ambientais e da outorga de recursos hídricos e, por fim, o potencial hidráulico brasileiro.

No capítulo III, o tema água é abordado sob o ponto de vista do início de sua gestão por bacias hidrográficas e em seguida, discute-se a Lei 9433/97 através de suas interfaces com o setor de hidroeletricidade. São feitas considerações a respeito dos impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas, apresentando-se em seguida, os principais conflitos pelo uso das águas nas bacias dos rios São Francisco e Paraná. Na bacia do rio Paraná são apresentados dois estudos de caso envolvendo usinas hidroelétricas: a UHE Henry Borden, na região metropolitana de São Paulo e; a UHE Furnas, no Sul de Minas, este último, de forma mais detalhada. Finalmente, são apresentados os principais usuários de recursos hídricos e, por fim, breve discussão dos eventos hidrológicos críticos, como ligação aos eventos extremos que serão tratados no capítulo seguinte.

No capítulo IV a região hidrográfica Amazônica é apresentada como uma bacia transfronteiriça, ou seja, possuindo uma rede de drenagem que ultrapassa a divisão hidrográfica nacional. A bacia Amazônica continental é então caracterizada e os principais projetos científicos e articulações internacionais existentes na região são apresentados. Em seguida, é apresentado o estado das águas na bacia Amazônica Brasileira, destacando-se os eventos extremos ocorridos recentemente. Também é feita uma breve apresentação do processo histórico de ocupação da Amazônia de forma a se buscar um entendimento do processo atual com vistas a uma melhor compreensão dos conflitos atuais e potenciais que possam surgir no futuro. E finalmente, após uma busca das ações do governo federal para ordenar a ocupação da Amazônia, a bacia transfronteiriça do rio Madeira, finalmente é caracterizada. Por fim, o complexo hidroelétrico do rio Madeira é apresentado dentro do contexto dos eixos de integração do IIRSA (Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana).

No capítulo 5, são apresentados os resultados, conclusões e recomendações de trabalhos futuros.

É importante destacar que como anexo principal da Tese é apresentada a versão final do SIG Madeira – Sistema de Informações Geográficas da Bacia Hidrográfica do rio Madeira, de 788 Mb de informação georreferenciada no formato do software Arc Gis 9.3 . O SIG Madeira apresenta arquivos georreferenciados nos seguintes temas:

- DADOS AMBIENTAIS
  - Biomas
  - Climas
  - Desmatamento
  - Geologia
  - Geomorfologia
  - Hidrogeologia
  - Hidroquímica
  - Rede Hidrológica
  - Mineração
  - Relevo
  - Solos
  - Terras Indígenas
  - Unidades de Conservação
  - Vegetação
  - Qualidade da Água
  - Outorga
- DADOS SOCIOECONÔMICOS/INFRAESTRUTURA
  - Capitais
  - Sedes Municipais
  - Municípios
  - População Absoluta
  - Densidade Demográfica
  - Alfabetização
  - Abastecimento de Água
  - Esgotamento Sanitário
  - Lixo
  - Rede Viária
  - Portos
  - Aeroportos

    - Estados
- DADOS HIDROLÓGICOS/METEOROLÓGICOS
    - Estados
    - Insolação
    - Precipitação
    - Temperatura
    - Umidade
    - Ventos
    - Rede Hidrometeorológica
- DADOS ENERGÉTICOS
    - Geração de Energia Elétrica
    - Linha de Transmissão
    - Subestações
    - Potencial Eólico
    - Potencial Hidráulico

Cumpre ressaltar o apoio logístico e computacional na produção do SIG Madeira, do Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Capítulo I. A Evolução do Planejamento da Expansão do Setor Elétrico

I.1. As Primeiras Usinas Hidroelétricas no Brasil: O período Pré-CANAMBRA (1883-1962)

Em meados do século XIX, a geração de renda no país se baseava na cultura do café voltada para a exportação, em um primeiro momento no Rio de Janeiro e na etapa seguinte, em São Paulo. Neste contexto, se inserem o crescimento populacional e das cidades, levando a uma expansão da indústria de construção civil e da oferta de infraestrutura urbana e as primeiras iniciativas de uso da energia elétrica no país.

Em 1883 entrou em operação a primeira usina hidrelétrica no País (Figura 1), localizada no Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha, na cidade de Diamantina, Minas Gerais (MG). A eletricidade gerada seria destinada ao fornecimento de força motriz aos serviços de mineração.

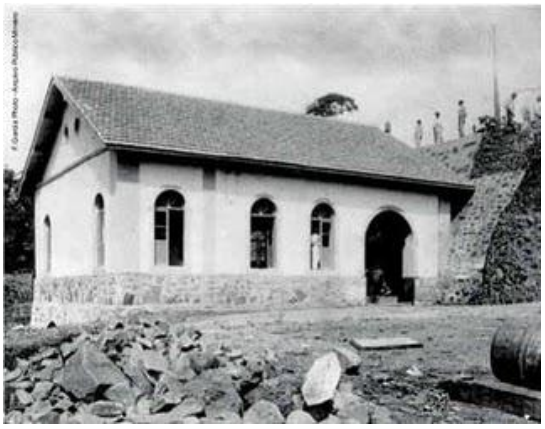


Figura 1: Usina hidroelétrica do Ribeirão do Inferno

Fonte: UFJF, 2011

Em 1885, entrou em operação a Usina Hidrelétrica da Companhia Fiação e Tecidos São Silvestre, no município de Viçosa, também em Minas Gerais e, em 1887, a Usina Hidrelétrica Ribeirão dos Macacos, no mesmo estado.

Em 05 de setembro de 1889 foi inaugurada a Usina Hidroelétrica Marmelos Zero (Figura 2), no rio Paraibuna, em Minas Gerais. Construída pela CME (Companhia Mineira de Eletricidade) a usina foi idealizada por Bernardo Mascarenhas, um

empresário que doou um terreno às margens do rio Paraibuna para a CME com a intenção de ter a sua futura fábrica têxtil abastecida pela usina.

Figura 2: Usina hidroelétrica Marmelos Zero
Fonte: UFJF, 2011

Posteriormente, foram construídas outras usinas no mesmo local, denominadas Usina I, de 1893, e Usina II, de 1915.

À época, cada empreendimento adotava a frequência conforme a origem dos equipamentos empregados na geração. De modo geral, os americanos adotavam 60 Hz, ao passo que os europeus adotavam 50 Hz, determinando a existência de modo geral destes dois padrões de frequência no Brasil, nos anos seguintes à chegada da eletricidade no país. No Rio de Janeiro, por exemplo, o fornecimento era em 50 Hz, e em São Paulo, 60 Hz.

Sob a égide do capital privado, os serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica foram organizados no Brasil sob a forma de sistemas independentes e isolados, atendendo preferencialmente aos maiores centros urbanos. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 2002)

As principais regiões metropolitanas do país, Rio de Janeiro e São Paulo, eram atendidas eletricamente pela *Brazilian Traction, Light and Power Co*. (LIGHT), criada em 1912 para consolidar três empresas do grupo de acionistas que já operavam no Brasil. Durante a década seguinte, a LIGHT incorporou algumas concessionárias de menor porte na região do Vale do Paraíba, provavelmente visando integrar as redes elétricas das duas regiões metropolitanas.

Em 1923, a *American & Foreign Power Co.* (AMFORP), empresa norte-americana vinculada a acionistas da General Eletric, constituiu uma *holding* denominada Empresas Elétricas Brasileiras. A partir de 1927, a subsidiária da AMFORP também incorporou algumas empresas no interior de São Paulo e do Rio de Janeiro, e em várias capitais.

Nesta época, era pequena a capacidade de estados e municípios em regular serviços e tarifas destas concessionárias. Embora houvesse determinação legal para a revisão periódica de tarifas a cada cinco anos, os contratos da LIGHT e da AMFORP continham cláusula que corrigia parte das tarifas pela variação cambial mensal, a chamada cláusula-ouro. Ela protegia a rentabilidade das subsidiárias em moeda internacional forte, mas prejudicava usuários ao inflacionar serviços independentemente dos custos correntes, encarecendo e limitando a difusão das aplicações industriais da energia elétrica. (BRANCO, 1975; LIMA 1984, 1995; CASTRO, 1985 e CMB, 1988 *apud* BASTOS, 2006)

As hidrelétricas foram sendo construídas sem o conhecimento mais amplo das bacias hidrográficas, associadas a sistemas de transmissão que ligaram unidirecionalmente fontes geradoras e centros de consumo. Somente na década de 1930, foram dados os primeiros passos para a interligação de usinas, instaladas em sua grande maioria para o fornecimento de energia a um único município. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

Na década de 1930, o governo adotou uma série de medidas para deter o processo de concentração do setor elétrico, que estava então dominado pelas concessionárias da *holding* canadense LIGHT e pelo grupo norte-americano AMFORP.

Com a promulgação do Código de Águas[7], em 1934, pelo presidente Getúlio Vargas, consagrou-se o regime das autorizações e concessões[8] para os aproveitamentos

[7] Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934.

[8] CAPÍTULO IV. DERIVAÇÃO. Art. 43. As águas públicas não podem ser derivadas para as aplicações da agricultura, da indústria e da higiene, sem a existência de concessão administrativa, no caso de utilidade pública e, não se verificando esta, de autorização administrativa, que será dispensada, todavia, na hipótese de derivações insignificantes. Art. 44. A concessão para o aproveitamento das águas que se destinem a um serviço público será feita mediante concorrência pública, salvo os casos em que as leis ou regulamentos a dispensem. Art. 45. Em toda a concessão se estipulará, sempre, a cláusula de ressalva dos direitos de terceiros. Art. 46. Concessão não importa, nunca, a alienação parcial das águas públicas, que são inalienáveis, mas no simples direito ao uso destas águas. Art. 47. O Código respeita os direitos adquiridos sobre estas águas até a data de sua promulgação, por título legítimo ou posse trintenária. Parágrafo único. Estes direitos, porém, não podem Ter maior amplitude do que os que o Código estabelece, no caso de concessão. Art. 48. A concessão, como a autorização, deve ser feita sem prejuízo da navegação, salvo: a) no caso de uso para as primeiras necessidades da vida; b) no caso da lei especial que, atendendo a superior interesse público, o permita. Parágrafo único. Além dos casos previstos nas

hidrelétricos. Em 1939, o governo criou o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE) para tratar de todos os assuntos relativos à organização do setor, incluindo a regulamentação do Código de Águas.

Nesta época, os estudos de potencial hidrelétrico restringiam-se à identificação de locais adequados à implantação de usinas, sem uma visão do conjunto de rios das bacias hidrográficas. Até então, apenas os grupos LIGHT[9] e AMFORP[10] haviam realizado investigações de campo, ainda assim, em suas áreas de concessão de suas empresas.

Os primeiros passos da intervenção estatal na produção de eletricidade responderam aos imperativos de ordem eminentemente regional. Não obedeceram a qualquer planificação centralizada e foram estimulados em ampla medida pelos impasses em torno da política tarifária governamental e pela escassez de eletricidade em vários pontos do país. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

A criação da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF)[11], em outubro de 1945, marcou o início de uma reorganização do setor.

Os governos estaduais do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo, também se movimentaram no sentido de uma maior participação estatal no setor elétrico, criando, respectivamente, a Comissão Estadual de Energia Elétrica (CEEE) em 1943, a Centrais Elétricas de Minas Gerais (CEMIG)[12] em 1952 e a Usinas Elétricas do Paranapanema (USELPA)[13] em 1953.

---

letras a e b deste artigo, se o interesse público superior o exigir, a navegação poderá ser preterida sempre que ela não sirva efetivamente ao comércio. Art. 49. As águas destinadas a um fim não poderão ser aplicadas a outro diverso, sem nova concessão. Art. 50. O uso da derivação é real; alienando-se o prédio ou o engenho a que ela serve passa o mesmo ao novo proprietário. Art. 51. Neste regulamento administrativo se disporá: a) sobre as condições de derivação, de modo a se conciliarem quanto possível os usos a que as águas se prestam; b) sobre as condições da navegação que sirva efetivamente ao comércio, para os efeitos do parágrafo único do art. 48. Art. 52. Toda cessão total ou parcial da concessão ou autorização, toda mudança de concessionário ou de permissionário depende de consentimento da administração.

[9] A LIGHT concentrou seus estudos no rio Paraíba do Sul e no alto Tietê, onde empreendeu a construção de sofisticado sistema de barragens e reservatórios destinado a alimentar as usinas de Cubatão I e II, ao pé da Serra do Mar. (COTRIM, John. A história de Furnas: das origens à fundação da empresa. P.37 *apud* CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

[10] A Amforp realizou diversos estudos em Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro e Bahia. As pesquisas se concentraram em rios menores, com exceção da UHE Peixoto, no rio Grande.

[11] A CHESF ficou com a responsabilidade de desenvolver gradativamente o potencial hidrelétrico da cachoeira de Paulo Afonso, no rio São Francisco. Inaugurada em 1955, com capacidade instalada de 180 MW, a hidroelétrica duplicou a disponibilidade de energia elétrica existente no Nordeste.

[12] Como sociedade de economia mista com participação majoritária da administração estadual.

[13] A primeira de uma série de empresas, que posteriormente foram unificadas em torno das Centrais Elétricas de São Paulo (CESP).

A tendência à crescente participação estatal no setor foi reforçada no segundo governo do presidente Getúlio Vargas (1951-1954). Quatro projetos de lei foram encaminhados ao Congresso Nacional, quais sejam:

- Criação do Fundo Federal de Eletrificação (FFE) e do Imposto Único sobre Energia Elétrica (IUEE) [14];
- Critérios de rateio do imposto único;
- Plano Nacional de Eletrificação[15] e
- Criação das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÁS)[16], como empresa pública de âmbito nacional, encarregada da execução dos empreendimentos do Plano Nacional de Eletrificação.

Segundo BRAGA e REBOUÇAS (2002), de forma contrária ao que se observava no setor elétrico, houve a partir da Constituição de 1946, uma tendência de descentralizar o poder do governo federal para os Estados e Municípios, podendo os Estados legislar sobre águas, em caráter supletivo e complementar, competência que, de fato, não foi exercida, pois a utilização da água ainda não envolvia conflitos cuja solução atraísse a atenção dos administradores e legisladores estaduais.

No setor elétrico, o processo de centralização se manteve e, em 1957, sob a coordenação do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), por meio do Decreto nº 41.019, foi regulamentada a prestação dos serviços de energia elétrica no País.

Pela Voz do Brasil, no dia 31 de dezembro de 1953, o presidente Getúlio Vargas informou realização do Plano Petrobrás, do Plano de Eletrificação e do Plano de Valorização Econômica da Amazônia, a serem iniciados no ano de 1954. Destacamos, aqui, o trecho referente ao Plano de Eletrificação:

> *"Devo anunciar-vos que em 1954 começarão a ser executadas três grandes planos, de relevância extraordinária, destinados a transformar a estrutura econômica e a fisionomia do País,*

[14] Lei nº 2.308 de 31 de agosto de 1954. Instituiu o Fundo Federal de Eletrificação, criou o imposto único sobre energia elétrica, alterou a legislação do imposto de consumo, e deu outras providências.
[15] Estagnou na fase inicial de discussão no Congresso Nacional. Na gestão de Juscelino (1956-1960), o texto foi aprovado com emendas, e remetido ao Senado, onde sofreu novas alterações sendo finalmente aprovado em 1960.
[16] A criação da Eletrobrás ocorreu, de fato, somente após a criação do Ministério de Minas e Energia, em 1960. Jânio Quadros sancionou, em 1961, a Lei nº 3.890-A autorizando a União a proceder a constituição da Eletrobrás, instalada em 1962, no governo João Goulart.

> *abrindo-lhes um novo e portentoso ciclo de prosperidade. O primeiro é o da Petrobrás[...]O segundo é o Plano de Eletrificação, também de importância vital para o nosso desenvolvimento, que reclama cada vez mais, de maneira premente, energia abundante e produzida a baixo custo, para a expansão e intensificação das indústrias, elevando-nos da condição semicolonial de país fornecedor de matérias-primas para o nível dos que manufaturam as suas próprias riquezas e exploram suas reservas. Constrói-se atualmente no Brasil uma vasta e poderosa rede de centrais elétricas, que, tendo à frente a monumental usina de Paulo Afonso, bastará para atender às necessidades de todos os núcleos de produção industrial, incentivando ainda mais o ritmo já tão acelerado por que se processa a mobilização de nossos recursos naturais.[...] Empenha se ainda o Governo em outra obra de singular magnitude[...] Plano de Valorização Econômica da Amazônia..."*
>
> (VARGAS, 1953)

Nessa época, iniciou-se a utilização efetiva de dados hidrológicos – vazões mínimas, médias e máximas, bem como vazões regularizadas – para efeito de dimensionamento de usinas hidrelétricas. (SIQUEIRA *apud* CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

Em 1957, ocorreu outra importante intervenção da União no setor elétrico: a criação da Central Elétrica de Furnas[17] (Figura 3). Visando o aproveitamento do potencial hidroelétrico do rio Grande e situada em ponto estratégico - quase equidistante das três maiores capitais do Sudeste, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais – a primeira hidroelétrica com potência instalada superior a 1000 MW teve papel crucial na interligação dos sistemas elétricos, até então isolados, e na regularização de vazões, de forma a otimizar os recursos energéticos. No mesmo ano, foi fundada a Sociedade Termoelétrica de Capivari[18] (SOTELCA) e em 1960, a Companhia Hidro Elétrica do Vale do Paraíba (CHEVAP), com a missão de empreender o aproveitamento hidrelétrico de Funil[19], no rio Paraíba do Sul. Por meio do Banco Nacional de

[17] A entrada em operação da usina de Furnas, em setembro de 1963, evitou iminente colapso no fornecimento d energia ao parque industrial carioca e paulista. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

[18] Atual Termelétrica Jorge Lacerda I.

[19] A Usina Hidroelétrica de Funil apresenta uma arquitetura diferente. A barragem é do tipo abóbada de concreto, com dupla curvatura, única no Brasil. Ela foi construída no local conhecido como "Salto do Funil", em Resende, no Estado do Rio de Janeiro.

Desenvolvimento Econômico (BNDE), fundado em 1952, a União assumiu, ainda, o controle da Termoelétrica Charqueadas (TERMOCHAR).

Figura 3: Rio Grande, em Passos (MG), local escolhido para a construção da Usina Hidroelétrica de Furnas.
Fonte: FURNAS, 2011

Em 1960, a participação do setor público chegou a 22,9%[20] da potência instalada. Em 1961, é então criada a Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRAS)[21], que além de atuar como banco financiador da indústria de energia elétrica, assumiu as características de uma *holding*, através de quatro subsidiárias: CHESF, FURNAS, CHEVAP e TERMOCHAR.

O processo de industrialização e o crescimento populacional que se concentrava nos centros urbanos impulsionaram o uso da eletricidade no país, aumentando o número de usinas hidroelétricas instaladas no Brasil. Em 1920, a capacidade instalada da geração elétrica era de somente 780 MW, sendo 80% de fonte hidráulica. No início da década de 1960, este número aumentou para 3.642 MW, com 76% de participação das hidroelétricas.

[20] CEMIG com 239 MW de potência instalada, CHESF com 202 MW, CEEE com 178 MW e duas empresas do governo paulista, a Companhia Hidro Elétrica do Rio Pardo – CHERP com 63 MW e a USELPA com 61 MW. (CNAEE. Águas e Energia Elétrica. Rio de Janeiro, n.42/43, p.50 e seguintes *apud* CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)
[21] Lei nº 3.890-A de 25 de abril de 1961.

I.2. Dos Estudos CANAMBRA aos Dias Atuais

I.2.1. CANAMBRA (1962-1970)

Em junho de 1962, com a participação de autoridades brasileiras, o Banco Mundial selecionou três empresas de engenharia para execução do levantamento do potencial hidráulico e do mercado de energia elétrica da Região Sudeste. A escolha recaiu sobre as firmas canadenses *Montreal Engineering Company* e *G.E. Grippen And Asscociates* e a norte-americana *Gibbs and Hill*, que formaram o consórcio CANAMBRA[22], denominação alusiva à nacionalidade dos agentes envolvidos no estudo: Canadá , Estados Unidos (América) e Brasil. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

Em 11 de junho do mesmo ano, foi instalada oficialmente, a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÁS) em sessão solene do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE)[23], com a presença do presidente João Goulart (1961-1964).

A instauração do regime militar[24], em abril de 1964, implicou em significativas mudanças no quadro institucional do setor, favorecendo em ampla media o fortalecimento da Eletrobrás. Através da implementação da política do "realismo tarifário"[25] [26], foi possível promover o reajustamento progressivo das tarifas de energia elétrica, recompondo a capacidade de investimento[27] via recursos próprios e, ainda, via novos empréstimos externos de bancos privados e agências multilaterais de crédito, como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

De fato, a capacidade instalada de geração no país passou de 5.278 MW em 1962 para 8.042 MW em cinco anos.

---

[22] A experiência adquirida nesse trabalho - visto como uma verdadeira escola de planejamento - seria utilizada, nos anos 70, no levantamento dos potenciais hidrelétricos e no planejamento energético do Nordeste e da Amazônia, com a participação de firmas de consultoria nacionais. (ELETROBRAS, 2011a)

[23] Decreto-Lei N.º 4.295, de 13 de Maio de 1942

[24] Na madrugada do dia 31 de março de 1964, ocorreu o golpe militar contra o governo legalmente constituído do presidente da república João Goulart.

[25] A aplicação da correção monetária sobre os ativos imobilizados das empresas e a periódica atualização da expressão monetária do custo histórico do investimento.

[26] Nos termos do Princípio do Denominador Comum Monetário, também conhecido por "Expressão Monetária", todos os elementos componentes do Patrimônio devem estar avaliados em moeda, e numa única moeda, como por exemplo: o Real. Portanto, "Este princípio está associado à qualidade de a Contabilidade evidenciar a composição patrimonial de bens, direitos e obrigações de várias naturezas, homogeneizando-os por meio da mensuração monetária." (IUDÍCIBUS, 2004)

[27] A construção de várias usinas - entre elas, Furnas, que já estava em obras antes da fundação da Eletrobrás - foi seriamente prejudicada pela escassez de recursos. (ELETROBRAS, 2011b)

Na regulação, temos a criação do Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), juntamente com o Ministério de Minas e Energia (MME) incorporando ao DNAE a Divisão de Águas do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)[28], consolidando-se a predominância do setor de energia elétrica na gestão das águas. Posteriormente, o DNAE foi reestruturado através do Decreto nº 63.951, que aprovou[29] e estrutura básica do Ministério de Minas e Energia.

A partir de 1965, a Eletrobrás passou a coordenar a execução do plano nacional de unificação de frequências no padrão 60 Hz. [...] Iniciado em janeiro de 1967, o processo de unificação de frequências em todo o país seria concluído em dez anos, com a conversão do Rio Grande do Sul. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL, 2002)

Em 1968 foi criada a Centrais Elétricas do Sul do Brasil (ELETROSUL[30]). A Eletrosul incorporou várias empresas federais do Sul do país, dentre as quais a Termoelétrica de Charqueadas S.A. (TERMOCHAR) e a Sociedade Termoelétrica de Capivari (SOTELCA), que havia inaugurado a primeira unidade da usina de Jorge Lacerda, em Tubarão (SC).

Em 1969, o setor elétrico já se apresentava praticamente reestruturado, tendo a Eletrobrás a atribuição de executar a política de energia elétrica e o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) a atribuição de regulamentar as atividades do setor.

---

[28] Em 1920, no Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, órgão do então Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, foi criada uma Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas. Em 1933, foi conferida uma nova organização ao Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, sendo instituída uma Diretoria de Águas transformada em Serviço de Águas posteriormente.
Em 1934, é criado o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), abrangendo, entre outros, o Serviço de Águas. Pelo Regimento do Departamento Nacional da Produção Mineral, baixado com o Decreto nº 6.402, de 28 de outubro de 1940, o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil foi transformado na Divisão de Geologia e Mineralogia, e o Serviço de Águas tornou-se Divisão de Águas. Em 1961, o Departamento Nacional da Produção Mineral foi desligado do Ministério da Agricultura, passando a integrar o Ministério das Minas e Energia, criado pela Lei nº 3.782, de 22 de julho de 1960.

[29] Decreto nº 63.951, de 31 de dezembro de 1968, que, aprovando a estrutura básica do Ministério das Minas e Energia, dispôs no parágrafo único, alínea "a", de seu artigo 1º: "Deverá ser iniciado o processo de absorção, pelos Departamentos a seguir indicados, das atribuições ora afetas aos orgãos adiante mencionados: a) Pelo DNAE, que passa a se denominar Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), as atribuições do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, no prazo de 60 dias. O Decreto-lei nº 689, de 18 de julho de 1969, completou os trâmites legais, extinguindo o CNAEE e decretando a definitiva absorção, por parte do DNAEE, de todas as atribuições do extinto CNAEE, definidas na legislação vigente. (ANEEL, 2011).

[30] Seguindo o modelo de atuação das estatais regionais criadas anteriormente: a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, criada em 1945 para atender a Região Nordeste e a Central Elétrica de Furnas, criada em 1947 para o atendimento a Região Sudeste.

I.2.1.1. Os Estudos Energéticos na Amazônia: O ENERAM

Em 1968, foi criado o Comitê Coordenador dos Estudos Energéticos da Amazônia (ENERAM), sob a coordenação executiva da Eletrobrás, que contratou empresas de consultoria nacionais para a realização dos estudos.

Desenvolvidos entre 1969 e 1971, os estudos energéticos na Amazônia, tiveram dois objetivos: avaliar o potencial hidráulico existente e identificar os mercados de energia elétrica, se concentrando no atendimento aos polos de desenvolvimento regional[31].

Os estudos[32] de inventário do potencial hidráulico na Amazônia levaram em consideração as distâncias máximas de transmissão justificáveis economicamente, variando entre o mínimo de 25 km (para o polo Monte Alegre) e o máximo de 540 km (para o polo Belém).

Para a execução do inventário hidrelétrico, os consultores utilizaram e processaram considerável volume de informações sobre região de difícil acesso e praticamente inexplorada quanto aos recursos hidroelétricos, abrangendo itens de interesse, tais como geologia, hidrologia, cartografia, economia, aerofotogrametria, transmissão elétrica, geração térmica, logística e custos. O próprio ENERAM instalou uma série de postos fluviométricos pioneiros na bacia Amazônica. (CENTRO DA MEMÓRIA DE ELETRICIDADE, 2002)

Foi nesta época, que se iniciaram os estudos de viabilidade do aproveitamento hidrelétrico da cachoeira do Samuel, com 54 MW, no rio Jamari (RO), apoiados pelo ENERAM. Os estudos de mercado[33] nos polos Porto Velho e Guajará-Mirim identificaram que havia uma situação de consumo reprimido nas duas localidades. A CERON - Centrais Elétricas de Rondônia, criada em 1969, contava com apenas uma central termelétrica a diesel e uma rede de distribuição incipiente.

[31] Em 06 de janeiro de 1972, o Eneram encerrou suas atividades, apresentando o relatório final, indicando uma demanda máxima global de 720 MW em 1985 nas 29 localidades estudadas, com absoluta predominância dos pólos Belém e Manaus que, juntos, demandariam 86% das necessidades de energia previstas. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

[32] Foram avaliados 52 locais, dos quais 21 efetivamente convenientes. Os 17 maiores empreendimentos totalizaram 7400 MW, dispersos nos estados do Pará (rios Gurupi, Tocantins, Erepecuru e Trombetas), Amazonas (rio Jatapu), Rondônia (rios Madeira e Jamari), Acre (rio Rola) e Roraima (rios Mucajaí, Contingo e Branco).

[33] Realizados pela Sondotécnica.

I.2.2. Planejamento Centralizado (1970-1979)

A crescente importância das atividades de planejamento [...] implicou em algumas alterações na estrutura da Eletrobrás. A reestruturação mais importante aconteceu em 1974. Em substituição aos Departamentos de Engenharia e de Planejamento, foram criados os Departamentos de Estudos Energéticos (Dene), Geração (Dege), Mercado (Deme) e Sistemas Elétricos (Dest). (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

Em dezembro de 1971, a Eletrobrás instituiu o Fundo de Desenvolvimento Tecnológico (FDT) que permitiu o desenvolvimento de um centro de pesquisas de energia elétrica, o CEPEL[34] [35], que de acordo com o seu estatuto, tinha a atribuição de "promover uma infraestrutura científica e de pesquisa, visando ao desenvolvimento, no país, de avançada tecnologia no campo de equipamentos e sistemas elétricos." (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. *História do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL apud* CEPEL, 2011*)*

O primeiro plano do setor elétrico[36] foi apresentado, em dezembro de 1973[37], pela Eletrobrás ao Ministério das Minas e Energia em três relatórios separados, intitulados *Revisão do Balanço Energético 1973-1981*, também conhecido como RBE-1973, contendo a programação de obras de geração na Região Sudeste, *Análise complementar do programa de expansão da capacidade geradora*, referente à região Sul, e *Plano de Expansão das instalações de Transmissão 1974-1981*, abrangendo as

[34]No Brasil, até a década de 1970, a pesquisa restringia-se a trabalhos realizados por institutos eletrotécnicos ligados a universidades, como o de São Paulo, do Rio de Janeiro e de Itajubá (MG), e por departamentos de estudos e pequenos laboratórios de algumas concessionárias de energia elétrica. Na ocasião, o objetivo principal era solucionar problemas de manutenção de equipamentos e de instrumentos de medição.

[35] Coube a Furnas a elaboração do projeto do centro de pesquisas, através de parceria com o *Institut de Recherche de l'Hydro-Quebec* (IREQ). Conforme o anteprojeto do IREQ, o CEPEL deveria dispor de dois grupos de instalações: o Laboratório de Sistemas Elétricos (LSE) e o Laboratório de Equipamentos Elétricos (LEE). O Laboratório de Sistemas Elétricos abrigaria a sede administrativa e os laboratórios de materiais, de eletrônica e as oficinas e os grupos de trabalhos analíticos, como o departamento de sistemas, incluindo computadores e simuladores. O Laboratório de Equipamentos Elétricos (LEE) destinava-se às instalações para pesquisas e ensaios em equipamentos e materiais submetidos a tensões extra-elevadas e a curtos-circuitos envolvendo grandes potências. Devido a isto, deveria ser instalado perto da subestação de Furnas, situada em Adrianópolis, no município de Nova Iguaçu (RJ).

[36] Que não abrangeu todo o território Nacional, restringindo-se às regiões Sul e Sudeste.

[37] No mesmo ano, foi celebrado o Tratado de Itaipu, assinado entre Brasil e Paraguai, para aproveitamento do potencial hidrelétrico do rio Paraná, em trecho comum aos dois países, resultando na construção da usina que começou a operar comercialmente em 1985. Em 1991, passou a operar a plena carga, com geração de 12.600 MW (CMEB, 2001 *apud* BARÃO, 2007)

duas regiões. Estes trabalhos encerraram o ciclo de revisões dos planos regionais formulados pela CANAMBRA. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

No ano seguinte, em 1974, foi concluído o *Plano de atendimento aos requisitos de energia das regiões Sudeste e Sul até 1990*, conhecido como Plano 90, que tinha como objetivo atender as metas II Plano Nacional de Desenvolvimento[38] (II PND).

A premente necessidade de integração dos sistemas elétricos regionais[39] e a crescente escassez de recursos financeiros tornaram extremamente oportuno o planejamento em escala nacional. Em 1977, foi então elaborado o *Plano Nacional de Atendimento aos Requisitos de Energia Elétrica até 1992*, conhecido como Plano 92, considerado o precursor dos planos nacionais de energia elétrica preparados em seguida sob a coordenação da Eletrobrás.

Em 1978, sob a coordenação da Eletrobrás, foram desenvolvidos 15 estudos especiais[40], envolvendo cerca de trezentos técnicos da *holding* e de suas subsidiárias, marcando *"um movimento de notável abertura da holding em direção a um planejamento efetivamente integrado."* (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

Em 1979, no governo do General João Figueiredo, foi elaborado o primeiro plano nacional de expansão de energia elétrica, o Plano 95 (Plano de Atendimento aos Requisitos de Energia Elétrica até 1995) com o objetivo de preparar o país para enfrentar a crise desencadeada pelo segundo choque do petróleo. No mesmo ano, foi promulgada a Lei da Anistia, que trouxe os exilados de volta ao país - entre eles Luiz

[38]Extremamente ambicioso, o referido Plano pretendeu ajustar o funcionamento da economia nacional às condições adversas impostas pelo primeiro choque do petróleo. Pretendeu-se manter o ritmo de crescimento e, ao mesmo tempo, alavancar a indústria de base, por meio do aproveitamento dos amplos recursos hídricos disponíveis no país e de outras alternativas energéticas, como a energia nuclear (Angra I)

[39]Setores oficiais previram uma séria crise de suprimento de energia elétrica por volta de 1990, na região Sudeste, em virtude do esgotamento dos recursos hidrelétricos locais, naquela ocasião subestimados [...] e da própria velocidade do crescimento do consumo de energia elétrica. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDE, 2002)

[40]Diagnóstico e soluções para os sistemas de suprimento de energia elétrica, Análise de desempenho de centrais geradoras, Definição de interligações dos sistemas regionais, política de instalação de usinas reversíveis, Localização de centrais nucleares, Programa de redução e consumo de óleo combustível na geração elétrica, Potenciais hidráulicos da região amazônica, Competência Nacional da área de transporte a longa distância, Competência Nacional na área de novas tecnologias para suprimento de energia elétrica, Sistema alimentador de energia elétrica para ferrovias, Análise econômico-financeira das empresas concessionárias, Relacionamento Eletrobrás/Prestadores de Serviços técnicos de consultoria e construção, Atuação sobre o mercado consumidor, Modelo de acompanhamento e controle empresarial e Nacionalização de materiais equipamentos do setor. (Eletrobrás. Termos de referência dos Projetos Especiais *apud* CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

Carlos Prestes, Leonel Brizola e Miguel Arraes - e foi firmado um convênio entre a Eletrobrás e as maiores concessionárias de energia elétrica do país para o desenvolvimento e implantação do Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação da Operação Interligada (SINSC), com o objetivo operar em tempo real os sistemas interligados.

Para a implantação do SINSC, foi necessário construir o Centro Nacional de Operação do Sistema (CNOS), modernizar os centros de operação existentes e desenvolver complexas bases de dados e programas, que por conta das dificuldades da época, fizeram com que o CNOS só começasse assumir gradualmente as funções de coordenação da supervisão e operação dos sistemas interligados em 1989. A figura 4 a seguir apresenta a evolução das interligações existentes no país nas décadas de 1960, 1970 e 1980.

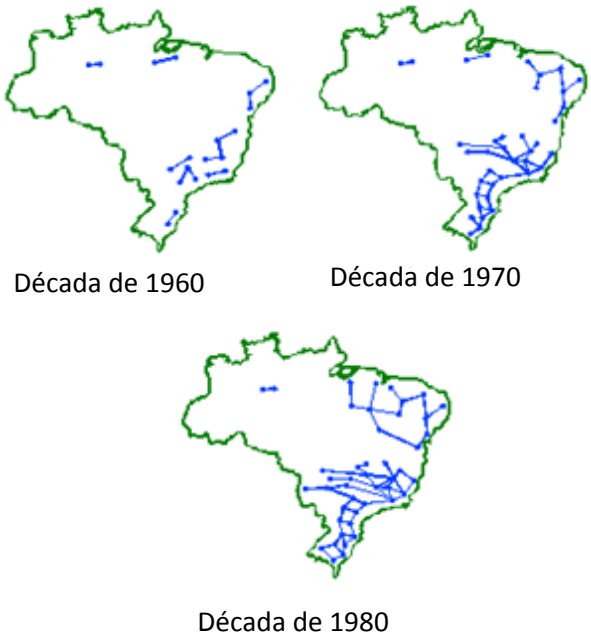


Figura 4: Evolução do Sistema de Transmissão (1960, 1970 e 1980)

Fonte: CAVALCANTE e SOITO, 2003

I.2.2.1. A continuidade dos Estudos Energéticos da Amazônia

Em 1972, a Eletrobrás iniciou o inventário mais amplo dos rios da Região Amazônica, abrangendo, em uma primeira etapa, as bacias dos rios Tocantins, do alto curso do rio Araguaia, dos rios Itiquira e Correntes, pertencentes à bacia do Paraguai, e dos rios Uatumã, Jatapu, Trombetas e Erepecuru, afluentes da margem esquerda do Amazonas. A partir de 1973, os trabalhos nessas bacias foram progressivamente delegados à responsabilidade da Eletronorte (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002) que foi criada no ano anterior.

O inventário da bacia do rio Tocantins foi concluído em 1975, identificando 22 locais com um potencial total de 16.445 MW, dentre os quais se destacam os estudos de viabilidade de São Félix, Santo Antônio[41] e Tucuruí.

Os estudos nos rios da margem esquerda do Amazonas foram concluídos em 1976, sinalizando uma disponibilidade de 5.150 MW, divididos, também, em 22 locais.

Entre 1975 e 1979, a Eletronorte realizou os estudos de inventário da bacia do rio Xingu e do rio Jamari, afluente da margem direita do rio Madeira. O Complexo de Altamira, posteriormente transformado no AHE[42] Belo Monte, previa uma potência instalada de 15.000MW no rio Xingu. Os estudos no rio Jamari identificaram o AHE Samuel[43] como mais adequado ao suprimento de Rondônia.

I.2.3. GCPS (1980-1999)

A criação do Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS) representou passo decisivo para a consolidação da estrutura de planejamento montada pelas empresas estatais de energia sob a égide da Eletrobrás. O GCPS[44] foi

[41] Trata-se de empreendimento a ser instalado no rio Santo Antônio, afluente do rio Tocantins. Não se trata do AHE SantoAntônio, no rio Madeira.
[42] Aproveitamento Hidroelétrico.
[43] Eletronorte 25 anos. P.40-44, 92-93 *apud* CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002.
[44] Através da resolução nº 511/80 de 20 de agosto de 1980, da Diretoria-Executiva da Eletrobrás, os Grupos Coordenadores do Planejamento do Sistema de Transmissão (GCPT) foram transformados em Grupos Coordenadores do Planejamento do Sistema Elétrico (GCPS). Além do escopo de atuação do GCPTs, o GCPS incorporaria os estudos de geração e mercado às suas atividades.

constituído[45] em novembro de 1980 sob a coordenação da Eletrobrás, iniciando suas atividades com a participação de dez concessionárias. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

A constituição do GCPS teve como objetivo propiciar uma coordenação do planejamento dos sistemas elétricos, assegurando a compatibilidade dos programas de expansão das diversas empresas com o plano de geração nacional. Inicialmente, o GCPS foi dividido em três sub-grupos: GCPS-Sudeste, com a participação de FURNAS, CESP, CEMIG e LIGHT; o GCPS-Sul, com a ELETROSUL, CEEE, CELESC[46] e COPEL[47]; o GCPS-Norte/Nordeste, com a CHESF e a ELETRONORTE[48].

A primeira reunião do GCPS ocorreu em 26 de novembro de 1980, estabelecendo que cada sub-grupo contaria com um Comitê Diretor e três Comitês Técnicos, a saber: Comitê Técnico para Estudos de Mercado (CTEM), Comitê Técnico para Estudos Energéticos (CTEE) e Comitê Técnico para Estudos de Transmissão (CTST).

I.2.3.1. Contexto Histórico Nacional: Abertura Política e Início da Inserção da Variável Socioambiental

O início dos anos 80 foi marcado pela integração das preocupações sociais à política de desenvolvimento. A mudança se refletiu no nome do BNDE, que, em 1982, passou a se chamar BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. (BNDES, 2011)

A década de 80 foi marcada pelo retorno gradual à democracia ao mesmo tempo em que se instalava no Brasil, uma profunda crise, que interrompeu a tendência de crescimento que a economia brasileira vinha apresentando nos anos 60 e 70[49].

[45] Dois anos depois, a Portaria MME nº 1.617 reconheceu formalmente o GCPS como organismo responsável pelo planejamento da expansão dos sistemas elétricos brasileiros.
[46] Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.
[47] Companhia Paranaense de Energia S.A.
[48] Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
[49] O intenso crescimento do PIB observado na economia brasileira na década de 70 se interrompe nos anos 80. A profunda crise que se instalou no país se reflete numa diminuição do PIB *per capita* da ordem de 13% entre 1980 e 1983, e a tímida recuperação observada nos anos posteriores faz com que, no fim da década, o PIB *per capita* tenha apenas alcançado os níveis de 1980, levando os economistas a denominarem esse período de "década perdida". (OMETTO E FURTUOSO, 2011)

Esse recesso no crescimento provocou uma menor expansão das receitas do setor elétrico, agravada pela contenção de tarifas como instrumento de combate à inflação, por subsídios tarifários às indústrias, retirada dos recursos do Imposto Único sobre Energia Elétrica e pela utilização das empresas do setor para captação de recursos externos. Por um tempo, esses fatores representaram uma barreira ao desenvolvimento que o setor elétrico vinha experimentando na década de 70, com a execução de obras importantes. (FURNAS, 2007)

O principal comício das *Diretas Já* aconteceu no Vale do Anhangabaú, em São Paulo, no dia 16 de abril de 1984 (Figura 5), reunindo mais de 1 milhão de pessoas, conforme noticiou o Jornal Folha de São Paulo em 17 de abril de 1984.

Mais de um milhão de pessoas em silêncio, mãos entrelaçadas, braços para cima. Ao sinal do maestro Benito Juarez, da Orquestra Sinfônica de Campinas, a multidão cantou o Hino Nacional. Do céu caía papel picado, papel amarelo, a cor das diretas, brilhando à luz dos holofotes. No Vale do Anhangabaú, muita gente chorou. Jornal Folha de São Paulo, 17 de abril de 1984 (FOLHA DE SÃO PAULO, 1984)

Figura 5: Comício das *Diretas Já* em 1984

Pouco menos de um ano depois, após muitos protestos, os brasileiros puderam comemorar o retorno da democracia, com a eleição, em 15 de janeiro de 1985, de um presidente civil pelo voto indireto, Tancredo Neves[50].

Na segunda metade da década de 1980, os problemas econômicos do país, como um todo, e as dificuldades específicas do setor elétrico continuavam preocupando a Eletrobrás, que fez várias tentativas de modificar a situação. Como consequência, em 1985, foi aprovado o Plano de Recuperação Setorial (PRS), pelo presidente José Sarney, elaborado pela Eletrobrás com o objetivo de sanear financeiramente as concessionárias do setor. O PRS deu fôlego momentâneo à capitalização das empresas, mas acabou sucumbindo às altas taxas de inflação. (ELETROBRÁS, 2011c)

[50] O Colégio Eleitoral escolheu o deputado Tancredo Neves, que concorreu com Paulo Maluf, como novo presidente da República. Porém Tancredo Neves fica doente antes de assumir e acaba falecendo. Assumiu o vice-presidente José Sarney.

Na questão agrária, a década de 1980 foi marcada por constantes alterações institucionais. Em 1984, a Lei nº 7.231 transferiu as competências do Instituto Brasileiro de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)[51] para o Ministério da Agricultura, transformando-o, também, em "Autarquia Especial"[52], tendo como objetivos as atividades de zoneamento, cadastro e tributação, distribuição de terras, colonização e execução de projetos de reforma agrária, bem como a promoção de articulações com os órgãos estaduais de terras.

Em 1985, através do Decreto nº 91.214 é criado o Ministério da Reforma e do Desenvolvimento Agrário (MIRAD), na tentativa de vincular o problema agrário diretamente à Presidência da República, com o argumento de se "estruturar devidamente a organização pública federal para a execução dessa tarefa de governo" (INCRA, 2011). Sucessivas mudanças institucionais ocorreram a partir de meados da década de 1980: alterou-se a estrutura organizacional do INCRA[53] extinguindo-o em seguida[54]; absorção de suas atribuições pelo MIRAD[55]; extinção do MIRAD[56] e restabelecimento do INCRA.[57]

Em 1985, ocorreu o primeiro Encontro Nacional Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e em 1987, através do Decreto nº 91.766, foi aprovado o Plano Nacional de Reforma Agrária (I PNRA) com o objetivo de atender ao disposto no Estatuto da Terra[58], entretanto, poucos foram os assentamentos realizados.

Em 1988 é aprovada uma nova constituição para o Brasil estabelecendo princípios democráticos no país

Em 1990, há um enxugamento da força de trabalho do INCRA, através da aprovação do Decreto nº 99.334/90 e da Portaria MA 227/90. Cerca de 2.600 servidores são colocados em disponibilidade e outros 500 são demitidos, causando uma redução de cerca de 40% da força de trabalho. (INCRA, 2011)

[51] Criado através do Decreto-Lei nº 1.110, de 09/07/70.
[52] Através do Decreto nº 90.697, foi alterada a estrutura organizacional do INCRA.
[53] Decreto nº 94.331 de 14 de maio de 1987.
[54] Decreto-lei nº 2.363 de 21 de outubro de 1987.
[55] Decreto nº 95.074 (21/10/87): Altera a estrutura organizacional
[56] Através da Medida Provisória nº 29 de 15 de janeiro de 1989
[57] Através do Decreto Legislativo nº 02 de 29 de março de 1989.
[58] Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964.

Início da Inserção da Variável Socioambiental

O início da inserção da variável socioambiental no planejamento da expansão do setor elétrico ocorreu em um momento de revisão do quadro institucional do setor elétrico por conta de sua deterioração econômica e financeira, que agregado ao déficit público, passou a limitar os investimentos nas atividades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Segundo o Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010 (p. 71) a revisão institucional do Setor Elétrico foi motivada por uma série de problemas que refletiam as inadequações, quer dos seus regulamentos, quer da sua organização. Essas disfunções, ampliadas pelas circunstâncias políticas e econômicas que o País atravessava, evidenciaram a necessidade de adequar à atualidade, bem como ao cenário que se afigurava para os próximos anos, os métodos e mecanismos que deveriam reger e viabilizar o desempenho do Setor, em benefício da sociedade.

Esta década, conforme observado no PNE 1987/2010, foi marcada por uma mudança na escolha dos empreendimentos hidroelétricos, diminuindo-se a participação dos grandes projetos na expansão do setor (Tabela 1), com motivações de ordem econômica e socioambiental.

> *"O programa de obras do Plano 2010 é qualitativamente diferente do passado. No tocante às obras de geração em vez de um pequeno número de grandes obras (6 no último quinquênio), o programa prevê 30 a 40 novas obras para cada um dos próximos quinquênios. Essas obras serão na sua grande maioria de médio porte, portanto, passíveis de uma maior distribuição entre executantes (seja para projeto, seja para construção). Assim, o número de frentes de trabalho será bem maior que no passado, exigindo um grande cuidado na obtenção sistematizada de economias no projeto e implantação de tão grande número de obras."* (PNE 1987/2010, p.83)

Faixa de Potência das Usinas	Número de Usinas
< 300 MW	61
>300 e < 1000 MW	23
>1000 e < 2000 MW	11
>2000 MW	3
Total	98

Tabela 1: Número de usinas com início de construção previsto até 1997

Fonte: PNE 1987/2010, p.83

No mesmo PNE 1987/2010, o setor destaca a questão socioambiental, citando a questão da participação da sociedade (p. 22) e das áreas alagadas para a formação dos reservatórios (p.25)

> *"...o Setor Elétrico está consciente de que o grau do aproveitamento hidrelétrico brasileiro não dependerá exclusivamente das estimativas atuais dos custos das fontes energéticas [...] Qualquer fonte energética possui características sócio-ambientais positivas e negativas, e as reacões da sociedade diante delas determinarão em grande medida o seu desenvolvimento futuro."* (PNE 1987/2010, p.22)

> *"Especial atenção deverá ser dedicada ao estudo dos problemas ambientais decorrentes da necessidade de inundar áreas relativamente grandes, cobertas pela floresta tropical característica da região."* (PNE 1987/2010, p. 25)

Neste momento, a visão de inserção regional de empreendimentos hidrelétricos é estabelecida, conforme apresentado a seguir:

> *"Considerando a evolução da política para o meio ambiente e também a natureza e dimensão das obras e serviços previstos, um equilíbrio maior entre os interesses nacionais ou setoriais e interesses regionais ou locais poderá ser alcançado através de uma estratégia que contemple a inserção regional dos empreendimentos do Setor Elétrico. Por esta razão, o modelo de planejamento que começa a se delinear procura focalizar as obras*

e serviços do Setor Elétrico como integrantes do processo global de desenvolvimento das unidades geográficas em que se situam." (PNE 1987-2010, p.38)

O Plano 2010 (PNE 1987/2010) foi o primeiro plano nacional de energia elétrica a destacar explicitamente a dimensão socioambiental como elemento condicionador da expansão futura do setor de energia elétrica. Destaca-se que o PNE 1987/2010 foi submetido ao Banco Mundial para obtenção do financiamento do PRS (Plano de Recuperação do Setor Elétrico) conforme veremos com mais detalhe no item I.2.3.1.2.

No decorrer de 1986, paralelamente à elaboração do Plano 2010 (PNE 1987/2010) a Eletrobrás publicou os primeiros documentos gerais de planejamento do setor de energia no campo socioambiental: O Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos[59], que apresentava um roteiro básico para as ações de conservação e recuperação do meio ambiente nas etapas[60] do ciclo de planejamento dos empreendimentos; e o I Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico (I PDMA), abordando os principais aspectos ambientais e medidas de conservação e recuperação do meio ambiente de alguns empreendimentos em operação e dos projetos constantes no Plano de Recuperação Setorial (PRS).

I.2.3.1.1. Licenciamento Ambiental

A crescente consciência sobre a relevância da conservação e da recuperação do meio ambiente levou o governo federal a promulgar em 31 agosto de 1981, a Lei nº 6.938 [61] que dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, instituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e definiu os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente.

A Política Nacional de Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando a assegurar, no País,

[59] Segundo o manual, o uso integrado dos recursos hídricos deve ser compatibilizado com as diretrizes nacionais de gestão de recursos hídricos (DNAEE, norma DNAEE/DCRH n° 02, aprovada pela portaria DNAEE n° 125 de 17/08/84), onde, além da geração de energia, a utilização do reservatório deve levar em conta as abordagens do "Uso múltiplo" e "Conservação dos recursos naturais" através do instrumento normativo chamado Plano de uso e ocupação do reservatório e áreas marginais.

[60] Inventário, viabilidade, projeto básico e projeto executivo.

[61] As etapas do licenciamento ambiental no ciclo de planejamento de empreendimentos hidroelétricos serão detalhas no capítulo II.

condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

II - o zoneamento ambiental;

III - a avaliação de impactos ambientais;

IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;

VI - (retirado);

VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas[62];

VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;

VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;

IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA[63];

XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes[64];

XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais;[65]

XIII - instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros.[66]

O período seguinte foi marcado pela emissão de vários diplomas legais, dentre os quais, destaca-se a Lei 7.347 de 1985, que disciplinou a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente dentre outros. Destinada à

[62] Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989.
[63] *Ibid.*
[64] *Ibid.*
[65] *Ibid.*
[66] Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006

defesa de interesses difusos e coletivos[67], sua propositura pode ser feita pelo Ministério Público, pela União, pelos Estados e Municípios. Em razão da intrincada organização da administração pública no Brasil, também podem promovê-la as autarquias, as empresas públicas, as fundações e as sociedades de economia mista. Destaca-se, ainda, que incumbe também às associações promovê-la. Para essas últimas, exige-se que estejam constituídas há pelo menos 01 (um) ano e possuam em seu estatuto a finalidade de defesa do interesse postulado em juízo.

A partir de janeiro de 1986, por determinação da Resolução nº1/86 do CONAMA, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente passou a depender da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), submetidos à aprovação de entidades ambientais de âmbito federal ou estadual, conforme o caso[68].

Em 1988, a Constituição de 1988 introduziu um capítulo específico sobre meio ambiente, considerando-o como um bem comum do povo, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de preservá-lo.

Em decorrência da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrida no Rio de Janeiro em 1992 (Rio - 92) foi criada, no âmbito do Ministério do Planejamento e Orçamento, pelo Decreto nº 1.160, de 21 de junho de 1994, a Comissão Interministerial sobre Desenvolvimento Sustentável (CIDES), tendo como principais objetivos promover a compatibilização entre os principais capítulos e programas da Agenda 21[69] e as estratégias e políticas nacionais.

Em fevereiro de 1997, por meio de Decreto Presidencial, foi criada a Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS), vinculada à Câmara de Recursos Naturais da Casa Civil da Presidência da República, substituindo a CIDES, criada no governo de Itamar Franco, que assumiu o cargo de presidente da República após o impeachment de Fernando Collor de Mello. A CPDS é

[67] Difusos são todos aqueles interesses caracterizados por estarem relacionados a um bem indivisível, que não pode ser atribuído em sua totalidade ou em partes a qualquer dos interessados. Os sujeitos relacionados aos interesses difusos possuem variável grau de determinação, sendo, no entanto, impossível sua atribuição individualizada a qualquer deles. Coletivos também têm objeto indivisível, mas contrariamente aos difusos, podem ser atribuídos a um grupo ou uma classe.

[68] Entre estas atividades, foram incluídas as obras de transmissão de energia elétrica acima de 230 kV e de geração de energia elétrica acima de 10 MW.

[69] A Agenda 21 é um amplo programa de ação, que foi discutido e negociado durante os dois anos que precederam a Conferência. O documento teve como objetivo dar efeito prático aos princípios aprovados durante a Rio 92, considerando o conceito de desenvolvimento sustentável.

uma comissão paritária, formada por representantes do governo, do setor produtivo e da sociedade civil, sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente.

Assim como nos anos 80, nos anos 90 também houve uma importante produção legislativa na questão ambiental, quando foram editadas e regulamentadas várias leis, tais como: A Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos[70], Lei da Política Nacional de Educação Ambiental[71] e a Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação[72].

A Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos, conhecida como "Lei das Águas" será tratada com mais detalhe no capítulo III.

A reestruturação e/ou criação dos setores de meio ambiente

Em março de 1983, segundo dados da Eletrobrás, de 33 empresas do setor elétrico, 19 não exerciam atividades de proteção ambiental. As outras 14, que concentravam os principais empreendimentos de energia elétrica do país, se organizavam de diferentes maneiras. Numa classificação geral em termos de organograma, é possível separá-las em três grupos. O primeiro, composto por Eletrobrás, Itaipu Binacional, Eletronorte, Eletrosul, COPEL, FURNAS e Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), centralizava a área ambiental num só órgão; CHESF, CEEE, CEMIG e CESP formavam o grupo que distribuía essas atividades por várias unidades; e Centrais Elétricas do Pará (CELPA), Espírito Santo Centrais Elétricas S.A. (ESCELSA) e Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC) não possuíam seções específicas para a coordenação dos trabalhos de meio ambiente. Conforme a legislação ambiental se aprimorava e a pressão exercida por movimentos sociais e pelos organismos financiadores do setor ficava mais forte, as empresas foram estruturando suas áreas de meio ambiente. Pode-se dizer que as concessionárias de energia elétrica se organizaram em função de suas obras mais controversas na questão ambiental, como foi

[70] Lei nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

[71] Lei nº. 9.795, 27 abr. 1999. Dispôs sobre a educação ambiental, instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental e deu outras providências.

[72] Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamentou o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e deu outras providências.

o caso da ELETROSUL, com as hidrelétricas de Itá/Machadinho (SC/RS), e da CHESF, com a de Itaparica (BA). (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2009)

Em dezembro de 1986, dando continuidade ao processo iniciado com a elaboração do Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos, e do Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico (I PDMA), a Eletrobrás criou o Comitê Consultivo de Meio Ambiente (CCMA), em dezembro de 1986, fora da estrutura organizacional[73] da empresa e, o Departamento de Meio Ambiente (Dema), em agosto de 1987, no âmbito da Diretoria de Planejamento e Engenharia. Neste contexto, em 1988, foi criado o Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico (COMASE)[74] [75], de forma a ampliar a ação da Eletrobrás na área de Meio Ambiente.

I.2.3.1.2. O PRS e o Banco Mundial

A crise financeira vivida pelo setor elétrico ao longo dos anos 1980, dentro do cenário econômico com altas taxas de inflação, tornou o setor elétrico extremamente dependente dos recursos de organismos financiadores.

Desde 1949, o Banco Mundial disponibilizou ao setor elétrico brasileiro, cerca de US$ 3,1 bilhões. A maioria dos financiamentos foram concedidos para

[73] O Comitê foi composto por cientistas sociais e ambientais, personalidades públicas e cidadãos proeminentes, sem qualquer vínculo com as empresas concessionárias de energia elétrica ou com outras entidades diretamente vinculadas ao setor. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

[74] Substituído em 2003 pelo Comitê de Meio Ambiente do Sistema Eletrobrás (COMAGE), subordinado ao Conselho Superior do Sistema Eletrobrás (CONSIGE). Em 2005, o CONSIGE é sucedido pelo Subcomitê de Meio Ambiente (SCMA), sob a Coordenação do Departamento de Meio Ambiente da Eletrobrás e subordinado ao Comitê de Operação, Planejamento, Engenharia e Meio Ambiente (COPEM), coordenado pela Diretoria de Engenharia da Eletrobrás.

[75] O COMASE foi responsável pela elaboração do documento "Referencial para Orçamento dos Programas Socioambientais", que se constitui em um conjunto de instrumentos e mecanismos para se proceder à quantificação e orçamentação dos custos socioambientais de empreendimentos do setor elétrico e, com isso, definir de forma mais precisa a competitividade econômico-energética de um projeto e, mesmo, sua viabilidade de implantação. A partir da identificação das ações, medidas, programas e projetos ambientais que incorrem em custos (sintetizada em tabelas de impactos e correspondentes programas socioambientais), elaborou-se uma proposição de alteração do Orçamento Padrão da Eletrobrás (OPE), incorporando rubricas para apropriação dos custos ambientais (aprovadas em 1995). Além disso, foram elaborados roteiros para orçamentação dos programas ambientais de empreendimentos setoriais. Foi também objetivo desse trabalho oferecer às empresas do setor, critérios uniformes de internalização dos custos ambientais, de modo a aprimorar a avaliação do custo global dos empreendimentos e permitir a comparação de orçamento de diversos projetos. (ELETROBRÁS, 2011d) Destaca-se que o referido documento ainda é utilizado, sendo comumente chamado de "Conta 10" pelas áreas de meio ambiente.

empreendimentos hidrelétricos e linhas de transmissão associadas, nas regiões Sul e Sudeste, entretanto, os financiamentos feitos até meados da década de 1980, foram majoritariamente para projetos de transmissão e distribuição. (WORLD BANK, 1986)

De fato, segundo o relatório[76] anterior do Banco Mundial, datado de 1973, existia à época no Brasil, um total de 202 projetos apoiados com financiamentos externos, assim divididos: Educação, 13; Energia, 17; Transporte, 34; Telecomunicações, 13; Abastecimento e esgotamento de Água,7; Agricultura, 19; Corredores para exportação, 36 e a Indústria, com 57 projetos. (Tabela 2)

SUMMARY TABLE: PROJECTS SUITABLE FOR EXTERNAL FINANCING

(In millions US$)

	Number of Projects	Total Cost	Foreign Exchange Component	External Financing According to Anticipated Disbursement							External Financing As % of Total Cost
				Total	1972	1973	1974	1975	1976	After 1976	
1. Education	13	539.2	70.0	252.7	-	46.5	70.7	72.4	40.6	22.5	46.9
2. Energy	17	5,155.0	894.0	1,931.0	52.0	88.0	212.0	250.0	288.0	1,041.0	37.5
3. Transport	34	4,416.0	795.0	1,749.0	297.0	351.0	484.0	297.0	238.0	82.0	39.6
4. Telecommunications	13	2,524.0	435.8	1,093.3	-	69.2	203.6	219.9	204.7	395.9	43.3
5. Water Supply and Sewage	7	519.1	76.3	130.3	-	35.2	41.4	48.2	8.5	5.0	25.2
6. Agriculture	19	2,126.4	96.7	950.2	-	137.1	187.1	194.1	195.6	236.3	44.7
7. Export Corridors	36	809.7	n.a.	486.7	30.0	180.0	126.8	59.5	70.0	20.4	60.1
8. Industry	57	3,699.6	720.2	1,395.2	-	159.4	317.2	306.4	234.2	378.0	37.7
9. Miscellaneous	6	151.0	35.5	39.9	-	14.5	14.5	10.9	-	-	26.1
TOTAL	202	19,973.0		8,036.3	379.0	1,080.8	1,657.1	1,498.4	1,279.6	2,181.1	40.2

Tabela 2: Projetos apoiados com recursos financeiros externos

Fonte: WORLD BANK, 1973.

Em termos do montante financiado, observa-se que não obstante o maior número de projetos financiados no setor industrial, os setores de Energia (24%) e Transportes (21,8%) foram os que receberam a maior parte dos recursos, perfazendo juntos, 45,8% do total financiado.

[76] WORLD BANK. *The Economic and Social Developed of Brazil (In eight volumes) Volume III. List of projects for external financing. Latin America and the Caribbean Department*. March 12, 1973

No setor elétrico, os financiamentos foram firmados diretamente com as subsidiárias da *holding* Eletrobrás (FURNAS, CHESF, ELETROSUL e ELETRONORTE) ou através desta.

> *The Bank has made six prior loans to FURNAS amounting to US$396 million, three loans to ELETROSUL amounting to US$317 million, and two loans to CHESF amounting to US$96 million. The Bank has also made additional loans amounting to US$422 million through ELETROBRAS to benefit FURNAS and CHESF. ELETRONORTE will benefit (US$28 million) from loan 2364-BR (US$250 million) to ELETROBRAS. In general, the experience of the Bank with these companies has been satisfactory."*(WORLD BANK, 1986)

Até então, os recursos financeiros eram disponibilizados sem a exigência de realização de estudos de impacto ambiental, entretanto, a partir da segunda metade da década de 1970, observa-se uma tendência à incorporação da dimensão ambiental nos projetos conforme destacado abaixo, em trecho do PNE 1987/2010 (Plano 2010), Plano que foi submetido ao Banco Mundial para a obtenção do financiamento do Plano de Recuperação Setorial (PRS).

> *Revendo-se a história recente da atuação setorial, identifica-se que, desde meados da década de 70, é exigido que a construção de usinas hidrelétricas seja precedida de estudos de impacto ambiental. Inicialmente, esses estudos eram incluídos de modo a atender especificações determinadas pelo Banco Mundial. Mais tarde, o DNAEE incluiu os aspectos ambientais entre os requisitos para aprovação de estudos de viabilidade de aproveitamentos hidrelétricos.* (PNE 1987/2010, p. 37)

> *ELETROBRAS is now making arrangements to prepare a new long-term expansion plan (Plano 2010). As this plan is essential to update the least-cost expansion program, agreement was reached during negotiations that ELETROBRAS will submit to the Bank for its approval, by November 30, 1986, terms of reference for the preparation of the plan. The plan will be carried out by May 31, 1987, and promptly thereafter submitted to the Bank for its comments.* (WORLD BANK, 1986)

Em 1986, o Banco Mundial comprometeu-se a apoiar o Plano de recuperação Setorial (PRS)[77], com aporte financeiro de US$ 500 milhões, a serem disponibilizados em duas parcelas[78]. De acordo com as condições determinadas pelo Banco, a segunda parcela do financiamento estaria atrelada a algumas condições, dentre as quais, a apresentação, pela Eletrobrás, de um plano diretor para o meio ambiente, e fortalecimento dos departamentos de meio ambiente das empresas do setor.

> *"ELETROBRAS and its regional affiliates have created environmental units, carried out studies on this subject and issued guidelines which addressed the problems derived by the construction of the above power schemes. However, neither the environmental units have had a fully active role nor the guidelines were adequately enforced because of the lack of: (i) legal enforcement mechanisms; (ii) institutional coordination; (iii) specialized staff in social and environmental sciences; and (iv) adequate relevance given to environmental aspects."*
>
> *"The sector authorities are aware of the above issues and they should implement corrective measures to adequately preserve the environment in the areas affected by the construction of such projects. To achieve this, agreement was reached at negotiations with ELETROBRAS that it will submit to the Bank an acceptable Master Plan which will include the implementation of specific measures to protect and enhance the adaptive capacity of the riverine ecosystem and human communities. This plan will address aspects related to: (i) resettlement of the population to be affected by the Itaparica hydro-plant presently under construction; and (ii) strengthen the sector environmental units through training, research, legal assistance, staffing and funding. Annex 3.9 includes specific criteria for the preparation of the Master Plan. At negotiations it was agreed that: (i) not later than July 15, 1986, ELETROBRAS will submit to the Bank a satisfactory plan to resettle the population to be affected by the Itaparica hydro plant; (ii)* ***as a condition for releasing the second tranche of the Bank loan the Government will submit to the Bank a satisfactory Master Plan for strengthening the sector environmental units,*** *and (iii) not later than October 15, 1986, the Bank wll review whether the progress achieved in the initial implementation of the Itaparica resettlement program is satisfactory."* (WORLD BANK, 1986)

[77] Em inglês: *Power Sector Rehabilitation Plan* (PSRP)

[78] *It is expected that US$250 million (first tranche) will be disbursed by July 31, 1986 and the remaining US$250 million by December 31, 1986.*

Segundo o relatório de avaliação para a concessão do empréstimo[79], o alto escalão do setor elétrico dedicava "somente uma atenção retórica às variáveis sociológicas e ecológicas". (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2009; WORLD BANK, 1986)

A Eletrobrás encontrou dificuldades em obter financiamento porque constava em seu planejamento, a construção da Usina Hidrelétrica de Ji-Paraná, na Amazônia, inundado áreas do Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil (Polonoroeste), um projeto do governo Federal que havia chegado a receber recursos do próprio Banco Mundial. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2009)

No mesmo documento, o Banco Mundial destacou o amplo planejamento do setor através da Eletrobrás[80], o importante papel da energia nuclear[81] até o ano de 2010, dado o esgotamento dos potenciais hidráulicos economicamente aproveitáveis até este ano[82] e, ainda, a conservação[83] de energia. (WORLD BANK, 1986. p.4)

Como visto, a introdução dos aspectos ambientais nas "condicionantes" dos financiamentos do Banco Mundial reforçou a incorporação das variáveis socioambientais no planejamento do setor elétrico.

Segundo CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE (2009), no final dos anos 1980, o movimento ambientalista assumiu uma feição mais profissional. A proliferação das organizações ambientais estava ligada a um contexto internacional que tinha como marco de discussão o chamado Relatório *Brundtland.*

O Relatório *Brundtlandt* foi o relatório final apresentado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, das Nações Unidas (ONU), presidida por Gro Harlem Brundtlandt e Mansour Khalid. Intitulado "Nosso Futuro Comum" (*Our Common Future),* o relatório conceituou[84] o Desenvolvimento

---

[79] *WORLD BANK. Staff appraisal report Brazil electric power sector LOAN. Report nº. 6159a-BR.* Projects Department. Latin America and the Caribbean Regional Office. May 27, 1986.

[80] *ELETROBRAS has developed a comprehensive and satisfactory set of planning models for the preparation of long-term (20 to 30 years), medium-term (10 years) and short-term (about five years) generation and transmission development plans. The long-term plans are revised every five years and the medium and short-term plans are revised annually.*

[81] *Nuclear power generation might have an important role in electricity generation beyond the year 2010, when most of the economically exploitable hydro resources would be utilized.*

[82] O que não se confirmou.

[83] *Controlling energy consumption is also important. Conservation is still a cost-effective energy investment, and pricing policy an effective way to promote conservation.*

[84] *Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. It contains within it two key concepts: (i) the concept of 'needs', in particular the essential needs of the world's poor, to which overriding priority should be given; and (ii) the idea of limitations imposed by the state of technology and social organization on the environment's ability to meet present and future needs.*(UN, 1987)

Sustentável como sendo "o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades."

A elaboração do Plano 2010 também serviu de oportunidade para o balizamento do chamado projeto de Revisão Institucional do Setor Elétrico (REVISE[85]), iniciado em julho de 1987 sob a coordenação de um comitê executivo composto por presidentes de todas as empresas de energia elétrica, pelo diretor do DNAEE e por representantes do Ministério do Planejamento e da Confederação Nacional da Indústria (CNI). (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002)

Segundo ELETROBRÁS (1993) *apud* CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE (2002), o relatório final do comitê executivo do revise, apresentado em 1989, indicou que o setor elétrico apresentava uma *"estrutura de decisão confusa, envolvendo muitas empresas e organismos, com ingerência indevida de governos estaduais e de grupos de pressão nos processos decisórios".*

Um ano antes, em 5 de outubro de 1988, é promulgada a constituição federal do Brasil, com o intuito de prestar ao cidadão as utilidades que o mesmo precisa para viver dignamente, de forma a não depender apenas do mercado para prover suas necessidades, atribuindo, para tanto, diversas competências ao Estado brasileiro, obrigando a Administração Pública a desempenhar certas atividades que o Estado, por considerá-las atinentes a interesses integrados em sua esfera de ação própria, retira do comércio e da iniciativa particular e traz para si como uma competência, um dever–poder. (MELLO, 1998 a,b *apud* CATÃO, 2002)

Não obstante o intuito da elaboração da Constituição, um novo fenômeno passa a modificar a atuação política das nações, o neoliberalismo. A nova postura indicava uma menor atuação do Estado, delegando algumas de suas atribuições às empresas privadas.

Neste sentido, embora a Constituição de 1988 tenha reservado ao Estado, os setores de petróleo e telecomunicações, por outro lado, implantou, através do artigo 175[86] [87] [88], o regime de concessão de serviços de utilidade pública, baseado na obrigatoriedade das licitações.

[85] Motivado pelo agravamento da crise financeira e a queda de remuneração das concessionárias estaduais de maior peso no setor elétrico, como a CESP, CEMIG, COPEL e a CEEE, que passaram a questionar os mecanismos de transferência de recursos intra-setoriais do modelo de gestão centralizado.

[86] Art. 175. Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos

A década seguinte seria marcada pela reinserção das economias periféricas no mercado internacional mediante intervenção do Fundo Monetário Internacional (FMI) e Banco Mundial, que condicionaram a liberação de empréstimos à execução de reformas institucionais que implicassem na redução do tamanho e dos gastos dos governos. (CORREIA *et al.*, 2006)

O PNE 1987/2010 (pg. 83) destacou a importância dos organismos financiadores na expansão do setor e advertiu quanto à possibilidade de ocorrer uma desnacionalização do setor de construção e montagem, conforme a seguir:

> *O papel do financiamento externo será mais importante do que no passado recente. A situação econômica do setor implicará num volume de participação externa no financiamento do programa de expansão mais elevada. Isso se traduz normalmente, numa maior importação de equipamentos e serviços (por cláusulas comerciais ajustadas) ou na realização de concorrências internacionais (nos casos do financiamento de BID ou BIRD). Não tendo os segmentos de construção e montagem pesada uma tradição de disputa nesse plano, a situação poderá implicar numa desnacionalização temporária desse setor, a menos que medidas especiais sejam tomadas articuladamente pela Eletrobrás, entidades de classe e sindicatos patronais.* (PNE 1987/2010, p. 83)

De fato, o maior rigor ambiental na política dos organismos financiadores internacionais surge como destaque entre os motivos para a necessidade de mudança de postura das empresas de energia elétrica exposta na maioria dos documentos produzidos pelo setor no período. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2009)

---

[87] A regulamentação desse dispositivo demandou, entretanto, longo processo de negociações políticas, sendo concluída em 1995, no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso. A Lei Federal nº 8.987/95 concretizou essa determinação constitucional ao prever as normas gerais sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos

[88] Posteriormente, a Lei Federal nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004, instituiu normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada (PPP) no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

O Início da Reestruturação do Setor Elétrico

A partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, a exploração direta de atividade econômica pelo Estado só seria permitida quando necessária aos imperativos da segurança nacional ou a relevante interesse coletivo[89]. Adicionalmente, no art. 175, dispôs:

> *Art. 175. Incumbe ao Poder Público*, na forma da lei, *diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.*
> *Parágrafo único. A lei disporá sobre:*
> *I - o regime das empresas concessionárias e permissionárias de serviços públicos, o caráter especial de seu contrato e de sua prorrogação, bem como as condições de caducidade, fiscalização e rescisão da concessão ou permissão;*
> *II - os direitos dos usuários;*
> *III - política tarifária;*
> *IV - a obrigação de manter serviço adequado.* (Constituição Federal, 1988)

Em um quadro de incapacidade de captação ou geração própria dos recursos necessários para investir no setor elétrico, de forma a atender ao crescimento da demanda, o Poder Executivo buscou estabelecer uma base legal que atraísse capitais privados.

De fato, segundo SOITO (2002), houve um acréscimo nos valores dos custos marginais de operação (CMO) [90] a partir dos anos de 94 e 95 (Gráfico 1), quando do

[89] TÍTULO VII - Da Ordem Econômica e Financeira. CAPÍTULO I DOS PRINCÍPIOS GERAIS DA ATIVIDADE ECONÔMICA. Art. 173. Ressalvados os casos previstos nesta Constituição, a exploração direta de atividade econômica pelo Estado só será permitida quando necessária aos imperativos da segurança nacional ou a relevante interesse coletivo, conforme definidos em lei.

[90] No contexto do setor elétrico os preços de eletricidade devem: gerar rendimentos para a companhia de eletricidade; sinalizar quantidades adequadas a serem consumidas e indicar os provedores de serviços de energia o montante de recursos a ser alocado para atender a demanda futura de serviços de eletricidade. A análise econômica demonstra que o preço apropriado que acompanha essas três metas é igual ao custo marginal de longo prazo (CMLP). Igualando o preço de um bem com o custo marginal das diferentes fontes para aquele bem, estabelece-se uma condição padrão ótima para todos os tipos de análise microeconômica. No caso de um bem intensivo em capital - tal como a eletricidade – distingue-se o custo marginal de curto prazo (CMCP), que é o custo de produzir a próxima unidade sem expandir a capacidade de produção total, e o custo marginal de longo prazo (CMLP) que é o custo de prover um aumento futuro da produção num dado horizonte de tempo, permitindo a expansão e otimização da capacidade. O CMCP é também chamado de custo marginal de operação, cuja abreviação amplamente adotada é CMO. (SOITO, 2002)

início do processo de desverticalização/privatização das empresas do setor elétrico e a diminuição dos investimentos realizados pelo governo no setor.

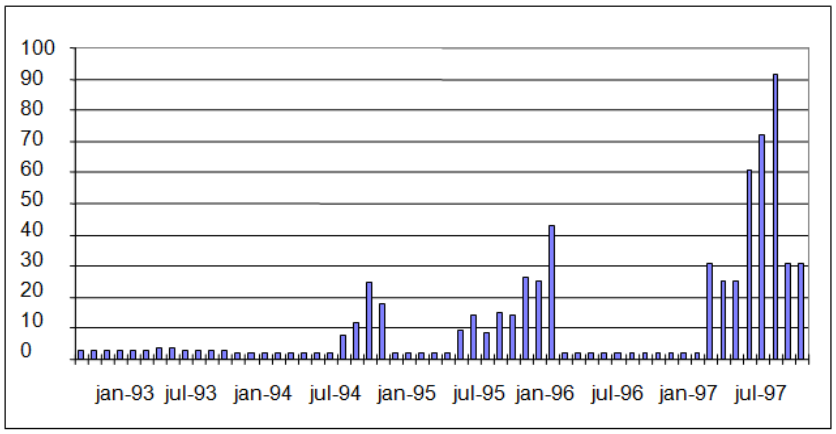


Gráfico 1: Histórico Mensal do CMO do Subsistema Sul/Sudeste

Fonte: Relatório de Progresso nº 2. Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico *apud* SOITO, 2002

A regulamentação das concessões, entretanto, só ocorreu com a promulgação em 13 de fevereiro, da Lei 8.987[91] em 13 de fevereiro de 1995, que ficou conhecida como Lei das Concessões.

Dessa forma, entre 1988 e 1995, por falta de norma legal regulamentadora, nenhuma nova concessão para geração e transmissão de energia elétrica foi outorgada.

Considerando estes problemas, no período compreendido entre 1996 e 1998, o Poder Executivo conduziu, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia, um projeto para viabilizar a reforma do setor elétrico, denominado Reestruturação do Setor Elétrico – RESEB. (BANDEIRA, 2003)

Destaca-se, ainda, segundo D'ARAUJO (2009), que o planejamento do setor sofreu uma séria descontinuidade no "marco zero do processo", os estudos de inventário[92].

[91] Originária do Projeto de Lei nº 179, de 1990, do Senado, de autoria do então senador, Fernando Henrique Cardoso. (BANDEIRA, 2003)

[92] Os estudos de inventário serão abordados quando da apresentação do ciclo de planejamento de empreendimentos hidroelétricos, no capítulo II.

I.2.3.2. O Plano Decenal de Expansão 1990-1999

A homologação da constituição do Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS) feita em 1980 só foi acontecer em setembro de 1988, no governo do presidente José Sarney, através da promulgação do Decreto nº 96.652, que aprovou o Plano 1987/2010 e encarregou o GCPS de elaborar anualmente os Planos Decenais de Expansão e avaliar as concessões e autorizações requeridas ao Ministério de Minas e Energia, conforme artigos 1º e 2º. No art. 4º do referido Decreto, ficou ainda definido, que os estudos de viabilidade técnica-econômica a serem analisados pelo DNAEE para fins de obtenção de outorga de concessão deverão levar em consideração as diversas dimensões da inserção ambiental, conforme abaixo:

> *Art. 4° Para a instrução de processos de outorga de concessão para aproveitamento hidrelétrico e de autorização para instalação de usina termelétrica, o DNAEE, sem prejuízo das demais disposições legais em vigor, considerará, mediante a análise dos estudos de viabilidade técnico-econômico:*
> *III - terem sido levadas em consideração, na seleção da alternativa analisada, tanto as diversas dimensões da inserção ambiental, de caráter físico, biótico ou social, quanto as medidas de conservação e recuperação do meio ambiente de conformidade com a legislação vigente;* (Decreto nº 96.652/98)

O planejamento da expansão da geração elétrica ficou, então, subordinado a três condições:

i. outorga de concessão junto ao DNAEE;
ii. inclusão da usina no Plano Decenal de Expansão pelo GCPS e
iii. licenciamento ambiental.

O primeiro *Plano Decenal de Expansão* abrangeu o período de 1990 a 1999 foi concluído em dezembro de 1989, sendo aprovado pela portaria MME nº 16 em janeiro de 1990.

O plano decenal considerou um novo cenário macroeconômico, bastante diferente do cenário do PNE 1987/2010. O controle da inflação ainda era um importante

problema a ser enfrentado. O PNE 1987/2010 indicava um crescimento médio anual do PIB em torno de 6,1% de 1990 a 1995 e 5,8% de 1995 a 2000 e o plano decenal, por sua vez, previu um crescimento próximo de zero em 1990 e de 3% em 1991. Segundo CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE (2002), mais de 40 empreendimentos programados no PNE 1987/2010 foram excluídos do plano decenal.

Conforme destacado no relatório do plano decenal, o adiamento da construção de diversos empreendimentos levou em consideração as novas projeções de mercado, as restrições orçamentárias e socioambientais[93] do setor.

O plano apresentou riscos de déficits de energia preocupantes a partir de 1994 nas regiões Norte (10%) e Nordeste (11%); e a partir de 1995 no sistema Sudeste/Centro-Oeste-Sul (5%).

Em 1990, é lançado pela Eletrobrás, o II PDMA (II Plano Diretor para Conservação e Recuperação do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico), dando continuidade aos trabalhos iniciados em 1986, com a edição do I PDMA, que conforme visto, contemplou os empreendimentos do Plano de Recuperação Setorial (PRS), então em vigor.

Na elaboração do II PDMA[94], foram levados em consideração os pareceres acerca do I PDMA, emitidos pelo Banco Mundial e por diversos órgãos[95] do Governo Federal. O II Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico se vinculou ao Plano Decenal de Expansão 1990/1999.

[93] Belo Monte, no rio Xingu; Santa Isabel, no rio Tocantins; Pedra Branca e Belém, no rio São Francisco; Ilha Grande, no rio Paraná e Capanema, no rio Iguaçu, por exemplo, apresentavam algum tipo de restrição socioambiental.

[94] A elaboração do II PDMA foi coordenada pela Eletrobrás através do Departamento de Meio Ambiente, criado em 1987, contando com a participação das principais empresas concessionárias de energia elétrica, tendo sido discutido no âmbito do Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico - COMASE, e do Comitê Consultivo de Meio Ambiente da ELETROBRÁS - CCMA, devendo-se destacar a preocupação desse último, "com uma tomada de decisão do Setor Elétrico que responda efetivamente a demandas sociais, para tanto privilegiando a importância do acesso à informação e a participação da sociedade brasileira nestes processos." (II PDMA, 1990)

[95] Secretaria de Planejamento da Presidência da República (SEPLAN), a Fundação Nacional do Índio - FUNAI e ainda a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), à época, ainda não reunidos no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

O Processo de Desestatização do Setor Elétrico

A década de 1990 foi marcada pela crescente contestação da capacidade dos Estados sustentarem os investimentos produtivos de forma eficiente sem comprometer a eficácia de sua atuação nas áreas específicas da atividade estatal, como saneamento e segurança pública.

No Brasil, iniciou-se um processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro, dentro de um contexto global marcado pela crise fiscal dos Estados e pela liberalização de diversos mercados tradicionalmente ocupados por empresas estatais.

O setor elétrico brasileiro iniciou uma nova fase a partir da aprovação da Lei nº 8.631/93, onde se determinou a extinção do regime de remuneração garantida[96] [97]. Contudo, foi somente dois anos depois, quando foram regulamentadas as leis relacionadas com concessões e permissões de serviços públicos, incluindo o setor de energia, é que surgiram as condições necessárias para reorganizar o mercado com o intuito de torná-lo competitivo. Com o agravamento da crise no setor elétrico no início dos anos 90 – devido à insuficiência de investimentos – tornou-se necessário estudar alternativas que viabilizassem a referida expansão setorial, sendo a privatização a solução escolhida. Antes da reforma, praticamente todos os segmentos do setor elétrico eram de propriedade pública (federal e estadual, no caso de geração e transmissão; estadual e municipal, no caso de distribuição e comercialização), sendo que apenas 0,1% dos ativos de geração e/ou distribuição eram explorados por pequenas empresas privadas de âmbito municipal. (SOITO, 2002)

Nesse sentido, o governo brasileiro iniciou um processo de reestruturação patrimonial, através de privatizações de empresas, de modo a viabilizar a introdução de um mercado competitivo de energia elétrica.

Os países que seguiram o caminho da desregulamentação adotaram diferentes concepções para seus mercados de eletricidade, entretanto, a grande maioria separou os segmentos de distribuição, transmissão e geração, e a criou um segmento de comercialização.

---

[96] A Lei 5.655/71 estabeleceu o regime de remuneração garantida e fixou a taxa de retorno das concessionárias do setor elétrico num patamar entre 10% a 12% ao ano, e Decreto-Lei 1.383/74, criou o mecanismo de equalização tarifária entre as concessionárias do setor elétrico.

[97] Art. 7º – O regime de remuneração garantida e, em consequência, a Conta de Resultados a Compensar (CRC) e a Reserva Nacional de Compensação de Remuneração (Rencor), ficarão extintos na data da publicação do decreto regulamentador desta lei. (Lei nº 8.631/1993)

O Setor Elétrico Brasileiro permaneceu como um monopólio estatal até o governo Fernando Collor de Mello (1990-1992), com a aprovação da Lei 8.031 de 12 de abril de 1990, que criou Programa Nacional de Desestatização.

O BNDES teve papel importante na privatização das grandes estatais brasileiras. O Banco foi o órgão responsável pelo suporte administrativo, financeiro e técnico do Programa Nacional de Desestatização, iniciado em 1991. (BNDES, 2011)

Durante o governo Itamar Franco (1992-1994), deu-se continuidade ao processo, com destaque para a aprovação da Lei 8.631/93[98], que promoveu a extinção da equalização tarifária e criou os contratos de suprimento entre geradores e distribuidores. Durante o primeiro ano do governo Fernando Henrique Cardoso (1995-2002), foram aprovadas a Lei 8.987/95, conhecida como a Lei de Concessões dos Serviços Públicos, e a Lei 9.074/95[99], estabelecendo-se as bases para um novo modelo institucional do setor elétrico. No ano seguinte, em 1996, foi aprovada a Lei 9.427, que criou a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, com o objetivo de regulamentar e fiscalizar a produção, a transmissão, a distribuição e a comercialização de energia elétrica. Em 1997 e 1998 foram feitas novas regulamentações para o setor elétrico, destacando-se a Lei 9.648/98[100] que, dentre outras disposições, instituiu o Mercado Atacadista de Energia (MAE) e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Com a privatização da Escelsa (ES), em 1995, e a Light (RJ), em 1996, iniciou-se, de fato, o Plano Nacional de Desestatização do setor de energia elétrica, enquanto as regras setoriais ainda eram definidas.

Dessa forma, o Governo passou a intervir menos no Setor Elétrico procurando atrair novos empreendedores para exercer este papel, através do Programa Nacional de Desestatização. (SOITO, 2002)

A distinção entre atividades de governo e regulatórias ganhou relevância no setor elétrico a partir da metade da década de 1990, com a criação das agências reguladoras[101] no Brasil. Esta distinção buscou salientar a separação do exercício de

[98] Lei 8.631/93 Dispôs sobre a fixação dos níveis das tarifas para o serviço público de energia elétrica e extinguiu o regime de remuneração garantida e deu outras providências.
[99] Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências.
[100] Altera dispositivos das Leis no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 8.666, de 21 de junho de 1993, no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no 9.074, de 7 de julho de 1995, no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências.
[101] As agências reguladoras foram criadas para fiscalizar a prestação de serviços públicos praticados pela iniciativa privada. Além de controlar a qualidade na prestação do serviço, estabelecem regras para o setor.

competências relativas ao poder político (governo) do exercício de competências relativas ao poder regulatório (Estado), com a atuação das agências reguladoras sendo pautada por diretrizes e comandos oriundos do poder político, normalmente originários de Ministérios específicos ou de Conselhos de Ministros (CNPE para o caso da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e Ministério do Meio Ambiente – MMA, para o caso da Agência Nacional de Águas - ANA)[102], devidamente aprovados pelo Presidente da República. (TOLMASQUIM, 2011)

I.2.4. Transição (1997-2003)

Conforme já destacado, em meados da década de 1990, o governo federal promoveu uma reestruturação institucional do setor elétrico com a finalidade de estimular a participação do capital privado na exploração do potencial hidráulico, aprovando para tanto, a Lei n º 8.987/95[103], pela qual se regulamentou o regime de licitação das concessões, anteriormente restritas às concessionárias estaduais ou federais.

No mesmo ano, a Lei nº 9.074/95, em seu Capítulo II. Dos Serviços de Energia Elétrica, dispôs sobre:

- As concessões, permissões e autorizações (Seção I);
- O produtor Independente de Energia Elétrica (Seção II);
- As opções de compra de Energia Elétrica por parte dos Consumidores; (Seção III);
- as Instalações de Transmissão e dos Consórcios de geração (Seção IV);
- A prorrogação das concessões atuais (Seção V)

Destaca-se a criação da figura jurídica do produtor independente de energia elétrica, e, por outro, os consumidores livres que passaram a ter liberdade de contratação de energia, inicialmente de produtores independentes e, após cinco anos, de qualquer concessionária. Assim, um novo modelo institucional foi sendo criado.

Atualmente, existem dez agências reguladoras, implantadas entre dezembro de 1996 e setembro de 2001, mas nem todas realizam atividades de fiscalização. (BRASIL, 2011)

[102] O atual estado da gestão institucional dos recursos hídricos será apresentado no capítulo III.

[103] Dispôs sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e deu outras providências

Com a Lei 9.427/96[104], que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Lei 9.648/98[105], que autorizou a reestruturação da Eletrobrás, se definiu as regras de entrada, tarifas e estrutura de mercado. As reformas setoriais foram ocorrendo de forma paralela à privatização de ativos federais e estaduais, regulada pela Lei 9.491/97[106]. Algumas parcerias estabelecidas com o setor privado, em consonância com o programa, foram as usinas hidrelétricas Serra da Mesa[107] (1.295 MW), no rio Tocantins, e Itá (1.450 MW), no rio Uruguai.

Conforme destacou D'ARAUJO (2010), a grande aventura perigosa do Brasil foi realizar simultaneamente duas profundas alterações no seu setor elétrico. O processo de privatização dos ativos foi realizado em paralelo às alterações institucionais e legais que desenhariam um novo quadro regulamentar.

Desde meados da década de 1970 até o final dos anos de 1990, o Sistema Interligado Nacional (SIN) brasileiro teve sua operação coordenada por organismos colegiados, dos quais participavam as principais concessionárias do País. Em 1998, quando a reforma institucional do Setor Elétrico criou o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), já existiam as bases metodológicas, os modelos computacionais, os bancos de dados, a estrutura física e os recursos humanos necessários para assumir a missão de operar o sistema elétrico de forma centralizada, com o objetivo de garantir ao mesmo tempo a segurança do atendimento e a redução dos custos operativos.

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), foi criado através da Lei nº 9.648/1998[108] para exercer as atividades de coordenação do Sistema Interligado Nacional (SIN). Do ponto de vista operacional, o ONS veio para substituir o Grupo Coordenador para a Operação Interligada (GCOI), criado com a Lei nº 5.899/1973 (Lei de Itaipu) e extinto após a constituição do ONS. Com o estabelecimento do *Acordo de*

[104] Instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), disciplinou o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e deu outras providências.

[105] Alterou os dispositivos das Leis nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, nº 9.074, de 7 de julho de 1995, nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, autorizou o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e deu outras providências.

[106] Alterou procedimentos relativos ao Programa Nacional de Desestatização, revogou a Lei n° 8.031, de 12 de abril de 1990, e deu outras providências.

[107] Sua barragem está situada no curso principal do rio Tocantins, no Município de Minaçu (GO), a 1.790 km de sua foz. O reservatório de Serra da Mesa é o maior do Brasil em volume de água, com 54,4 bilhões de m³,com uma área de 1.784 km². [...] regularização do rio, promovida por sua barragem, proporciona ganhos diretos sobre as usinas localizadas a jusante, em particular a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no Pará. (FURNAS, 2011a)

[108] Alterou dispositivos das Leis nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, nº 9.074, de 07 de julho de 1995, nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, autorizou o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e deu outras providências.

Mercado no âmbito do Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE), firmado em 28/08/1998, foram definidas as regras de contratação livre bilateral para energia "nova"[109]. (SOITO, 2002)

Pelo lado da oferta, a implementação do modelo competitivo na área de geração responsabilizou os agentes pela construção de novas usinas (no caso das hidrelétricas, a ANEEL licita as concessões de acordo com estudos de inventários disponíveis e indicações de custos estimados), e preconizou que os mesmos devessem competir por contratos de venda de energia junto às companhias distribuidoras e junto aos consumidores que possuíssem o direito de escolher seu fornecedor de energia elétrica (chamados consumidores livres). Pelo lado da demanda, em 2002, houve uma redução do limite para classificação de consumidor livre (de 10 para 3 MW, para tensão de fornecimento de 69 kV), sendo que a partir de 2003, nova alteração deveria ocorrer (reduzindo para 50 kW) e, finalmente em 2005, todos os consumidores seriam livres. Essa medida visou impulsionar o mercado de transações bilaterais. (SOITO, 2002)

Durante a reforma, foi instituído o Mercado Atacadista de Energia (MAE[110]) para atuar nas transações de compra e venda de energia elétrica, entretanto, o modelo autoregulador do MAE não deu certo[111], tornando necessário, para que o mercado pudesse operar, a alteração do arranjo regulatório da comercialização. Assim, em 2002, a ASMAE foi extinta, e o MAE passou a ter personalidade jurídica própria. Diversas medidas[112] foram tentadas, entretanto, mostraram-se insuficientes para conquistar a plena confiança do mercado, o que motivou o Novo Modelo a constituir entidade diversa para operar as mudanças no processo de comercialização de energia, o Administrador dos Contratos de Energia Elétrica – ACEE[113].

Em 1997, foi criado o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), através da Lei nº 9.478/1997 sendo regulamentado três anos depois pelo Decreto nº 3.520/2000. Órgão de governo, vinculado à Presidência da República e presidido pelo ministro de

[109] Energia não proveniente dos contratos iniciais firmados pelas empresas do setor em 1999 [...] com duração até 2006. (SOITO, 2002)
[110] O MAE era um ambiente de contratação de energia, sem personalidade jurídica. Era gerido pela Administradora dos Serviços do Mercado Atacadista de Energia (ASMAE). As normas legais que criaram o MAE previam que esse mercado seria autorregulado, ou seja, que estabeleceria as próprias normas e julgaria as questões comerciais internamente. Assim, havia apenas um contrato multilateral denominado "Acordo de Mercado", sem uma norma regulatória para disciplinar a comercialização da energia.
[111] A ASMAE nunca chegou a liquidar as operações realizadas no mercado de curto prazo. Somente em janeiro de 2003, praticamente cinco anos após sua criação, é que foi possível concretizar essas transações.
[112] Dentre as quais, a substituição do Acordo de Mercado pela Convenção de Mercado, um ato normativo da ANEEL.
[113] A ACEE é a atual Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

Minas e Energia, o CNPE tem como competência a proposição de políticas e diretrizes relacionadas ao setor energético brasileiro.

No mesmo ano, é editado o novo manual de inventário hidrelétrico[114], revisado por um grupo de trabalho formado pela ELETROBRAS, CEPEL, FURNAS, DNAEE, ELETROSUL, ELETRONORTE, CHESF, COPEL, CEMIG e CESP, partindo do princípio de que a etapa de inventário seria o melhor momento para identificar os problemas ambientais de um empreendimento. No mesmo ano, foram editadas as instruções para estudos de viabilidade de aproveitamentos hidrelétricos. As questões ambientais começavam a ter um tratamento mais amplo, no sentido de subsidiar as licitações realizadas pela ANEEL.

Em 2000, a capacidade de geração de energia elétrica agregou novos 3.897 MW, que representaram um aumento de 6,1% sobre os 63.816 MW instalados até o final de 1999. Mas esse acréscimo não foi suficiente para evitar o anúncio, em maio de 2001, do racionamento de energia. Pelo menos ao longo da última década, a oferta de energia não aumentou em níveis adequados para atender ao aumento do consumo. Enquanto a geração bruta total teve de aumentar 52,8% para acompanhar a demanda entre os anos 1990 e 2000 (de 211 TW.h para 322,5 TW.h), a capacidade instalada em usinas cresceu apenas 38,7% nesse período (de 48,83 GW para 67,71 GW) (Gráfico 2). Ou seja, na falta de novas usinas, foi necessário usar mais água dos reservatórios existentes para atender o mercado em expansão. (SOITO, 2002)

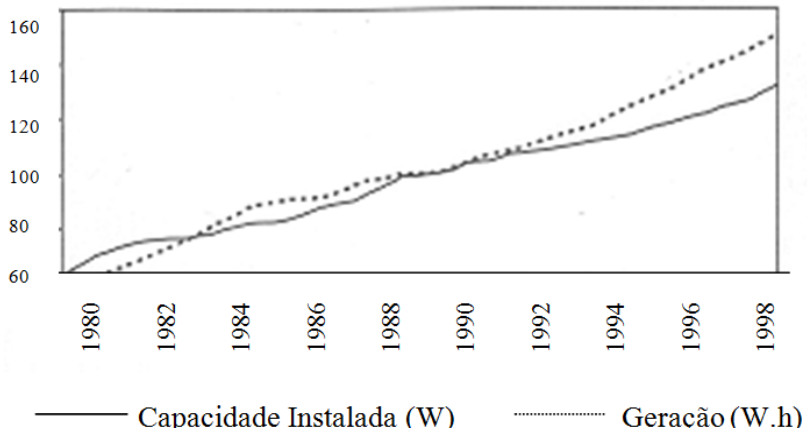


Gráfico 2: Capacidade Instalada *versus* Geração de Energia (1980-1999)

Fonte: SIESE/Eletrobrás *apud* SOITO, 2002

[114] A evolução dos estudos de inventário hidrelétrico será abordada no item II.4.2.1.

Com isso, o sistema de armazenamento, concebido para uma regularização plurianual, tornou-se anual. Em outras palavras, passamos a depender de modo temerário, de que todo ano, se repetissem índices pluviométricos muito favoráveis para que o país pudesse atravessar os períodos secos sem racionamento. (SOITO, 2002)

Com relação à confiabilidade[115] do sistema, o Plano Decenal de Expansão 2000-2009, indicava riscos de déficit muito acentuados no subsistema SE/CO para os anos de 2000 e 2001 (Tabela 3). O desabastecimento e o consequente racionamento ocorrido em 2001 estava sendo anunciado.

Subsistema	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Sul	3,8	5,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
SE/CO	10,1	11,9	9,3	2,6	0,9	0,9	1,7	1,5	1,51	1,4
Norte	3,9	6,1	2,7	1,2	0,4	0,7	0,9	0,9	0,6	0,5
Nordeste	8,0	10,9	11,7	3,2	1,4	0,7	0,8	0,7	0,6	0,7

Tabela 3: Risco de Déficit de Energia (2000/2009)

Fonte: PDE 2000/2009 *apud* SOITO, 2002

O GCPS foi extinto e substituído pelo Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE), a partir da publicação da Portaria nº 150, de 10/05/1999, do Ministério de Minas e Energia. A Portaria estabeleceu como uma de suas atribuições a coordenação da elaboração do planejamento da expansão dos sistemas elétricos brasileiros, de caráter indicativo para a geração, consubstanciado nos Planos Decenais de Expansão e nos Planos Nacionais de Energia Elétrica de longo prazo. Então, o governo federal, que antes assumia o papel decisório impositivo e de

[115] O critério tradicionalmente adotado no setor elétrico é de garantir o atendimento da demanda para 95% dos cenários simulados em cada ano. Em outras palavras, quando é simulada a operação do sistema para diversas sequências hidrológicas simuladas, espera-se que menos de 5% das mesmas apresentem problemas de atendimento em algum mês ao longo do ano. Nos sistemas térmicos, o critério de confiabilidade não está diretamente ligado ao despacho econômico do sistema: se a demanda excede a oferta disponível, é óbvio que todas as térmicas, estarão despachadas, mesmo as mais caras. Nos sistemas hidrelétricos, entretanto, esta relação é mais complexa, pois o uso mais ou menos intenso dos recursos hidrelétricos depende da aversão ao risco. Em outras palavras, o despacho mais econômico em termos de custo de combustível é acionar todas as hidrelétricas o máximo possível; entretanto, esta política é a de menor confiabilidade, pois maximiza o risco de déficit. No outro extremo, a política operativa que maximiza a confiabilidade de suprimento é despachar preventivamente todas as térmicas do sistema todo o tempo; por outro lado, esta política é a mais cara em termos de custos operativos. O custo de déficit é utilizado para determinar o melhor ajuste entre estas posições extremas: se a penalidade é alta, o uso das hidrelétricas diminui e o das térmicas aumenta, o que por sua vez aumenta a confiabilidade. Na outra direção, uma penalidade reduzida induz um aumento do uso dos recursos hidrelétricos, com a consequente redução do uso térmico e da confiabilidade de suprimento. (SOITO, 2002)

agente promotor da expansão do setor elétrico, optou pela solução de dar nova feição ao planejamento energético. O planejamento passou a ser indicativo, permitindo a revisão da concepção dos projetos a serem licitados, sendo composto por empreendimentos de geração capazes de atrair a iniciativa privada (a chamada oportunidade de negócio) e, ainda, serem interessantes sob o ponto de vista socioambiental e estratégico, (CCPE, 2002 *apud* HORA, 2008).

I.2.4.1. A Crise de Desabastecimento de 2001 e o Racionamento de Energia

> *Do ponto de vista doméstico, o desempenho do setor industrial tem sido afetado negativamente pela crise no setor de fornecimento de energia elétrica. Os setores de alta intensidade de gasto com energia elétrica reduziram a produção em 4,7% no mês de junho em comparação com o mesmo mês do ano anterior. No mesmo período, os setores de média intensidade de gasto com energia elétrica apresentaram taxa de crescimento zero, ao passo que os setores de baixa intensidade cresceram 1,2%. Os impactos da redução de oferta de energia elétrica sobre a atividade industrial dependerão da capacidade de racionalização e da possibilidade de substituição do uso de fontes energéticas. A influência do racionamento de energia elétrica no desempenho industrial deverá estar presente até o fim do ano, quando parece vislumbrar-se a possibilidade de flexibilizar as restrições de oferta de energia elétrica com a chegada do período de chuvas e com a ampliação da oferta por meio da construção de novas redes de distribuição, além das novas geradoras de eletricidade que entrarão em funcionamento.* (IPEA, 2001)

Após a sinalização de riscos de déficits elevados no primeiro plano de decenal elaborado pelo GCPS (2000-2009), mostrado anteriormente, e os atrasos nos cronogramas de diversos empreendimentos, também destacados, o Operador Nacional do Sistema, previu em seu relatório (ONS, 2000), o racionamento.

> *"Deve-se ressaltar que a tendência de deterioração das condições de atendimento nos próximos anos, já registradas anteriormente em Planos de operação do GCOI, reflete os constantes adiamentos nos programas de obra de geração previstos. [...] Desta forma, a demanda é atendida não somente com energia garantida, mas também com energia secundária (interruptível) e com deplecionamentos acentuados do estoque de água dos reservatórios."* (D'ARAUJO, 2010)

De fato, a falta de investimentos vivida pelo setor elétrico ao longo da década anterior, associada à desorganização institucional causada pelas grandes mudanças provocadas com a privatização de empresas e a reestruturação setorial, fez com que o país não conseguisse superar a prolongada seca no verão de 2001. (D'ARAUJO, 2009)

Com níveis baixos de acumulação de água nos reservatórios, sem ter como repor no curto prazo e com a geração de energia concentrada na fonte hidráulica, o setor energético não pôde apresentar outra solução senão a de convocar a população a diminuir o consumo. Instaurou-se, então, o racionamento de energia.

No caso do racionamento, bastou uma seca média para mostrar que o sistema operava estressado; havia um aumento da demanda que não era acompanhado pelo aumento dos investimentos, tanto em transmissão como em geração. (D'ARAUJO, 2010)

Em março de 2001, o racionamento foi formalizado[116] pela recém-criada Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (CGCE)[117], traduzindo-se em metas de redução de consumo individual para todas as classes de usuários. Meses depois, em 17 de outubro de 2001, foi promulgada a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001 que dispôs , dentre outras providências, sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, regulamentada em seguida pelo Decreto nº 4.058 de 19 de dezembro de 2001.

Destaca-se, ainda, que com a crise de desabastecimento ocorrida em 2001, o setor elétrico vivenciou uma queda significativa no volume útil de seus reservatórios por conta dos sucessivos deplecionamentos[118], que fez emergir novos conflitos pelo uso da água, representando um risco ao setor elétrico. Conforme veremos no capítulo IIII, o reservatório da Usina Hidroelétrica de Furnas (UHE Furnas) propiciava o desenvolvimento de atividades de turismo, que sofreram prejuízo em suas receitas, gerando um imbróglio entre a concessionária e os municípios ribeirinhos.

[116] No Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, o racionamento terminou em fevereiro de 2002; no Norte, onde começou em agosto de 2001, foi encerrado em janeiro de 2002. (D'ARAUJO, 2009)

[117] Medida Provisória nº 2.152-2, de 1 de Junho de 2001, atual 2.198-5, de 24.08.2001. Criou e instalou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, do Conselho de Governo, estabelecendo diretrizes para programas de enfrentamento da crise de energia elétrica e deu outras providências.

[118] A ausência de construção de novos aproveitamentos impôs um uso intensivo da água existente nos reservatórios dos antigos aproveitamentos.

I.2.4.1.1. A Criação da Agência Nacional de Águas (ANA)

Breve Histórico até sua Criação

Desde o descobrimento do Brasil em 1500 até 1940, a água foi considerada como um insumo agrícola, de interesse puramente econômico, em nada vinculada a interesses sociais ou ambientais, e a sua gestão subordinada ao Ministério da Agricultura (BARROS e BARROS, 2009)

Somente a partir do século XX o Brasil passou a se preocupar com a gestão da água, ainda que para fins hidráulicos. Na esfera institucional, foi criada em 1920, a Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas no Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, órgão subordinado ao então Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio.

Em 1933, foi conferida uma nova organização ao Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, sendo instituída uma Diretoria de Águas transformada em Serviço de Águas posteriormente.

Em 1934, é criado o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), abrangendo, entre outros, o Serviço de Águas e, através do Decreto-Lei nº 24.643, de 10 de julho de 1934 é decretado o Código de Águas (considerado o marco inicial da Política Nacional de Recursos Hídricos) cuja competência foi atribuída ao Ministério da Agricultura.

Pelo Regimento do Departamento Nacional da Produção Mineral, baixado com o Decreto nº 6.402, de 28 de outubro de 1940, o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil foi transformado na Divisão de Geologia e Mineralogia, e o Serviço de Águas tornou-se Divisão de Águas. Em 1961, o Departamento Nacional da Produção Mineral foi desligado do Ministério da Agricultura, passando a integrar o Ministério das Minas e Energia, criado pela Lei nº 3.782, de 22 de julho de 1960.

Em 1939, o governo criou o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE) para tratar dos assuntos relativos à organização do setor elétrico, incluindo a regulamentação do Código de Águas. Na década de 1940 deu-se início a uma visão de conjunto de rios das bacias hidrográficas para fins de geração hidrelétrica, que se consolidou durante as décadas de 1950 e 1960, no período da industrialização do país. Segundo BARROS e BARROS (2009), neste período, a política da água passou a ter um foco no uso industrial, ainda com interesse econômico, mas agora voltada para o fornecimento de energia e, portanto subordinada ao recém Ministério das Minas e

Energia, criado por Juscelino Kubitschek em julho de 1960. Foi então concluído um ciclo de 41 anos em que a Política de Águas esteve subordinada ao Ministério da Agricultura.

Em 1965, a então Divisão de Águas do DNPM foi transformada no Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), pela Lei nº 4.904, de 17 de dezembro de 1965. Em 1968, o DNAE torna-se DANEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica), através do Decreto nº 63951 de 31 de dezembro.

Na década de 1970, foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA, através do decreto nº 73.030 de 30/10/73, no âmbito do Ministério do Interior e aprovado o regime interno do DNAEE através da Portaria nº 234 do MME. Destaca-se, que neste momento, houve a incorporação pelo DNAEE, das atribuições de planejamento, coordenação execução dos estudos hidrológicos em todo o território nacional e ainda, pela supervisão, fiscalização e controle dos aproveitamentos que alteram o regime das águas, conforme art. 1º do referido Regimento Interno:

> *Art.1º - O Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, instituído pela Lei nº 4.904, de 17 de dezembro de 1965, com autonomia financeira assegurada pelo art. 18 do Decreto nº 75.468 de 11 de março de 1975, é o Órgão Central de Direção Superior responsável pelo planejamento, coordenação e execução dos estudos hidrológicos em todo o território nacional; pela supervisão, fiscalização e controle dos aproveitamentos das águas que alteram o seu regime; bem como pela supervisão, fiscalização e controle dos serviços de eletricidade.*

Conforme vimos, em 1981, foi estabelecida a Política Nacional do Meio Ambiente, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Em 1985, através do Decreto nº 91145, é criado o Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, incorporando o CONAMA e a SEMA. Em 1989, através da Lei nº 7.735, extinguiu-se a SEMA e a SUDEPE, criando-se o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), vinculado ao Ministério do Interior.

Em 1990, através da Medida Provisória nº 150 que foi transformada na Lei nº 8028, é criada a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República (SEMAM/PR) vinculando-se o IBAMA. Em 1992, a SEMAM/PR é transformada[119] em

[119] Através da lei nº 8.490 de 19 de novembro de 1992.

Ministério do Meio Ambiente (MMA), transformado[120] no ano seguinte, em Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. Em 1995, nova alteração: o Ministério do Meio Ambiente torna-se[121] Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Não obstante às crescentes pressões internacionais[122] pela preservação ambiental e diversas mudanças institucionais no governo, a política de águas permaneceu sob a responsabilidade do Ministério de Minas e Energia, através do DNAEE, até a sua extinção iniciada em 1996[123].

Em 1997, é instituída[124] a Política Nacional de Recursos Hídricos e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, responsável pela gestão dos recursos hídricos em todo o território nacional, entretanto, a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), fundamental para a viabilização desta Política, só foi ocorrer em 17 de julho de 2000, através da Lei nº 9.984 ficando a mesma, subordinada ao Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

Destaca-se, ainda, que no mesmo ano, em 2000, foi lançado o documento "Agenda 21 Brasileira - Bases para Discussão", dividido em quarenta capítulos, distribuídos em quatro seções: Dimensões Sociais e Econômicas, Conservação e Gerenciamento de Recursos para o Desenvolvimento, Fortalecimento do Papel dos Maiores Grupos e Meios de Implantação.

Propondo mudar o rumo da humanidade na direção de um melhor padrão de vida para todos, ecossistemas melhor gerenciados e protegidos, e um futuro mais próspero e seguro, a Agenda 21 é um documento político, que pressupõe a ampla participação da sociedade na tomada das decisões, bem como a existência de instâncias institucionais que favoreçam sua implementação. Implicando em um processo de transformação

---

[120] Através da Lei nº 8.746 de 09 de dezembro de 1993.

[121] Medida Provisória nº 813 de 1 de janeiro.

[122] Conforme destacou BARROS e BARROS (2009), de 1964 a 1985, o movimento ambientalista foi muitas vezes confundido ou até utilizado, como espaço para ativismo político, taxado por alguns como contra-revolucionário ou subversivo, o que retardou o seu avanço no país.

[123] A Lei 9.427 de 26 de dezembro de 1996 instituiu a ANEEL e conforme seu § 4º do Art. 34: Constituída a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, com a publicação de seu regimento interno, ficará extinto o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE. Em 1997, ocorreram diversas alterações, com destaque para: (i) a Lei 9.433, de 08/01/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; (ii) o Decreto 2.335, de 07/10, que constitui a ANEEL e aprova sua Estrutura Regimental; (iii) a Portaria DNAEE 466, de 12/11, que consolidou as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica, harmonizadas com o Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.078, de 11/09/90); (iv) a Portaria MME 349, de 28/11, que aprovou o Regimento Interno da ANEEL, estabeleceu o Controle de Gestão e extinguiu o DNAEE; e (v) o Decreto 2.410, de 28/11, que dispôs sobre o cálculo e recolhimento de taxa anual de fiscalização de serviços públicos por todos os concessionários, permissionários e autorizados dos serviços de energia elétrica.

[124] Através da Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que será abordada no capítulo III.

cultural, de mudança de mentalidades e de comportamentos em direção a uma sociedade com padrões sustentáveis de produção e consumo, pressupõe que os governos e a sociedade discutam os problemas e decidam sobre a melhor forma de resolvê-los, para iniciar o caminho na direção da sustentabilidade da biosfera. (BRASIL PNUMA, 2011)

No início de 2002, a Agenda 21 Brasileira foi lançada em dois volumes: Ações Prioritárias e Resultado da Consulta Nacional, entretanto, não obstante o apoio dado aos municípios pelo MMA - via Fundo Nacional do Meio Ambiente[125] - ainda não se percebe grande inserção nas esferas estaduais e locais.

Estágios de Desenvolvimento e Bacias Transfronteiriças

> *O desenvolvimento do setor de gestão dos recursos hídricos, em países em desenvolvimento como os da América do Sul, passou por estágios semelhantes aos dos países desenvolvidos, mas em períodos diferentes. Após a segunda guerra mundial, houve um grande desenvolvimento econômico e a construção de muitas obras hidráulica, principalmente de geração de energia elétrica. Nessa época, países em desenvolvimento como o Brasil estavam na fase de inventariar seus recursos, desenvolvendo a construção de obras hidráulicas de menor porte.* (TUCCI, HESPANHOL e NETTO, 2000)

De fato, como vimos, os estudos de inventário hidrelétrico se iniciaram com mais força a partir da segunda metade da década de 40, quando deu início no Brasil, a reorganização[126] do setor[127]elétrico, caracterizada pela divisão entre geração e a distribuição de energia e pela tendência à instalação de centrais de grande porte. Na mesma época, observava-se uma pressão ambiental nos países desenvolvidos devido, principalmente à degradação das águas superficiais, resultando nas primeiras legislações restritivas quanto ao despejo de efluentes.

No Brasil, as primeiras legislações restritivas datam do início da década de 1980, a partir da promulgação da Lei nº 6.938 que dispôs sobre Política Nacional do Meio Ambiente, instituindo o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e seus instrumentos. Segundo TUCCI, HESPANHOL e NETTO (2000), nesse período, os países desenvolvidos enfatizaram a

[125] Lei nº 7.797, de 10 de Julho de 198. Criou o Fundo Nacional de Meio Ambiente e deu outras providências.
[126] O setor era eminentemente privado, com a atuação dos grupos AMFORP e LIGHT. A partir da segunda metade da década de 1940, o setor se tornou eminentemente estatal.
[127] Criação da CHESF em 1945, CEMIG em 1952 e FURNAS em 1957.

consideração dos impactos globais, da contaminação de aquíferos e da poluição difusa. O efeito das preocupações sobre o clima global e a pressão sobre áreas como Amazônia contribuiu para diminuir o investimento internacional no Brasil, que enfatizava a energia por meio de hidrelétricas. Nesse momento, foram eliminados os financiamentos internacionais para construção de hidrelétricas, com grande impacto na capacidade de expansão do sistema no Brasil.

Após a divulgação do relatório "Nosso Futuro Comum" pelas Nações Unidas, em 1987, a década de 1990 no cenário mundial, foi marcada pela ideia do desenvolvimento sustentável, buscando o equilíbrio entre desenvolvimento e conservação ambiental. Em 1997, é assinado o Protocolo de Kyoto[128], buscando controlar as emissões antrópicas dos gases de efeito estufa[129] de forma a combater a mudança do clima[130].

No Brasil, na década de 1990, com a piora das condições urbanas, traduzida como baixa qualidade da água, enchentes, secas; os investimentos – que no período anterior financiavam aproveitamentos hidrelétricos – voltam-se para apoiar a melhoria ambiental das cidades, financiando, por exemplo, a construção de projetos sanitários nas grandes cidades. Dá-se início, também, à privatização dos serviços de energia e saneamento.

É neste contexto, que avançaram os aspectos institucionais da água no Brasil, culminando com a promulgação da Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e com a criação da Agência Nacional de Águas através da promulgação da Lei 9.984[131], de 17 de Julho de 2000.

---

[128] O texto do Protocolo à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) foi adotado na terceira sessão da Conferência das Partes na CQNUMC, na cidade de Kyoto, Japão, em 11 de dezembro de 1997.

[129] Ao longo dos últimos cem anos, a concentração de gases de efeito estufa vem aumentando por causa da maior atividade industrial, agrícola e de transporte, principalmente devido ao uso de combustíveis fósseis. O acúmulo desses gases, conhecidos como de efeito estufa porque prendem o calor na atmosfera, efeito análogo ao dos painéis de vidro em uma estufa, impede que a radiação da superfície terrestre seja liberada de volta ao espaço. Como conseqüência, está ocorrendo um processo de aquecimento global (aumento da temperatura média da Terra), colocando em perigo, para o homem, o delicado balanço de temperatura que torna o nosso meio ambiente habitável.(MCT, 2011) São gases de efeito estufa o CO_2, CH_4, N_2O,, SF_6, (muito utilizado em sistemas de transmissão de energia elétrica), os HFCs e PFCs, respectivamente, Dióxido de Carbono, Metano, Óxido Nitroso, Hexafluoreto de Enxofre, Hidrofluorcarbonos e Perfluorcarbonos.

[130] Confirmando os "estágios semelhantes" a publicação da Lei n.º 12.187 que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) ocorreu somente em 29 de dezembro de 2009.

[131] Dispôs sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e deu outras providências.

No cenário internacional, segundo TUCCI e NETTO (2003) a década de 2000 foi marcada pelo desenvolvimento de uma visão mundial da água, integrando os diversos usos dentro de um gerenciamento com bases sustentáveis e buscando uma solução para os conflitos transfronteiriços (Tabela 4).

Em se confirmando a análise feita por TUCCI e NETTO (2003), está será a década de avançar no tratamento dos recursos hídricos transfronteiriços no Brasil. O tema transfronteiriço será abordado no capítulo IV, tendo como objeto de estudo a bacia Amazônica e uma de suas sub-bacias, a bacia do rio Madeira, local de dois novos aproveitamentos hidroelétricos em fase de construção, as usinas de Jirau e Santo Antônio.

Período	Países desenvolvidos	Brasil
1945-60 Engenharia com pouca preocupação ambiental	• Uso dos recursos hídricos: abastecimento, navegação, hidreletricidade, etc.; • Qualidade da água dos rios; • Medidas estruturais de controle das enchentes.	• Inventário dos recursos hídricos; • Início dos empreendimentos hidrelétricos e projetos de grandes sis-temas.
1960-70 Início da pressão ambiental	• Controle de efluentes; • Medidas não estruturais para enchentes; • Legislação para qualidade da água dos rios.	• Início da construção de grandes empreendimentos hidrelétricos; • Deterioração da qualidade da água de rios e lagos próximos a centros urbanos
1970-1980 Controle ambiental	• Usos múltiplos; • Contaminação de aqüíferos; • Deterioração ambiental de grandes áreas metropolitanas; • Controle na fonte de drenagem urbana; • Controle da poluição doméstica e industrial; • Legislação ambiental	• Ênfase em hidrelétricas e abastecimento de água; • Início da pressão ambiental; • Deterioração da quali-dade da água dos rios devido ao aumento da produção industrial e concentração urbana.
1980-90 Interações do Ambiente Global	• Impactos Climáticos Globais; • Preocupação com conservação das florestas; • Prevenção de desastres; • Fontes pontuais e não pontuais; • Poluição rural; • Controle dos impactos da urbanização sobre o ambiente; • Contaminação de aqüíferos.	• Redução do investimento em hi-dreletricas devido à crise fiscal e econômica; • Piora das condições urbanas: enchentes, qualidade da água; • Fortes impactos das secas do Nordeste; • Aumento de investimentos em irrigação; • Legislação ambiental
1990-2000 Desenvolvimento Sustentável	• Desenvolvimento sustentável; • Aumento do conhecimento sobre o comportamento ambiental causado pelas atividades humanas; • Controle ambiental das grandes metrópoles; • Pressão para controle da emissão de gases, preservação da camada de ozônio; • Controle da contaminação dos aqüíferos das fontes não-pontuais.	• Legislação de recursos hídricos; • Investimento no controle sanitário das grandes cidades; • Aumento do impacto das enchentes urbanas; • Programas de conservação dos biomas nacionais: Amazônia, Pantanal, Cerrado e Costeiro; • Início da privatização dos serviços de energia e saneamento.
2000- Ênfase na água	• Desenvolvimento da Visão Mundial da Água; • Uso Integrado dos Recursos Hídricos; • Melhora da qualidade da água das fontes não-pontuais: rural e urbana; • Busca de solução para os conflitos transfronteriços; • Desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos dentro de bases sustentáveis	• Avanço do desenvolvimento dos aspectos institucionais da água; • Privatização do setor energético; • Aumento de usinas térmicas para produção de energia; • Privatização do setor de saneamento; • Aumento da disponibilidade de água no Nordeste; • Desenvolvimento de Planos de Drenagem urbana para as cidades.

Tabela 4: Estágios de Desenvolvimento: Países Desenvolvidos e Brasil

Fonte: TUCCI (1994) *apud* TUCCI e NETTO (2003)

I.2.4.2. O PGSP (2001) e o PACUERA (2002)

Em 29 de maio de 2001, a ANEEL determinou, em seu Ofício nº 202/2001, que as usinas hidrelétricas com reservatórios cujas áreas fossem superiores a 3 km^2 apresentassem um Plano de Gestão Sócio-Patrimonial (PGSP), sucessor dos planos diretores dos reservatórios, que deveria ser periodicamente atualizado. O PGSP tem como objetivo, implantar procedimentos e ações preventivas e corretivas uniformes no sentido de administrar e preservar o patrimônio construído.

De fato, quando da formalização do contrato de concessão junto à ANEEL, seria solicitado como segue:

> *"Subcláusula Primeira - A Concessionária deverá adotar, no que diz respeito a cessão de direito de uso de áreas marginais e ilhas do reservatório formado pela usina hidrelétrica, os seguintes procedimentos:*
> *[...]*
> *II – elaborar Plano de Gestão Sócio-Patrimonial para o reservatório, em articulação com as comunidades envolvidas e outros órgão gestores, em consonância com a legislação ambiental vigente e, quando disponíveis, com os Planos de Bacia Hidrográfica, Planos Regionais e Municipais, considerando que a gestão dos recursos hídricos deverá proporcionar o uso múltiplo das águas;"*
> Contrato de Concessão de Geração nº 008/2004
> (ANEEL, 2004)

Observa-se que a abordagem do PGSP é essencialmente patrimonial, visando a identificação das áreas críticas[132] no que concerne às invasões, não se preocupando em identificá-las sob o ponto de vista ambiental, indispensável à preservação da qualidade da água do reservatório. Não há, portanto, uma visão holística necessária para o trato de questões relativas ao uso e ocupação do solo, nem menção, às Áreas de Preservação Permanente (APPs) situadas nas margens dos reservatórios.

[132] Com o desenvolvimento urbano, a busca pelo lazer, turismo, a irrigação e a possibilidade de exploração de outras atividades econômicas motivaram as comunidades a se aproximarem das áreas de entorno dos reservatórios, ocupando suas margens e ilhas, acarretando, na maioria das vezes, graves impactos ambientais, problemas fundiários e uma série de restrições à operação das hidrelétricas.

Em 2002, foi estabelecido o Plano de Conservação do Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA)[133], pela Resolução CONAMA nº 302/2002.

O PACUERA, segundo o artigo 2º, parágrafo III da referida Resolução, consiste no "conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, uso e ocupação das margens do reservatório" e "deve estar em conformidade com o Termo de Referência expedido pelo órgão ambiental competente para reservatórios destinados à geração de energia e para os de abastecimento público" (art. 4º).

Destaca-se que ambos os planos devem considerar o Plano Diretor Municipal[134], estabelecido no art.41 da Lei Federal nº 10.257[135], de 10 de julho de 2001.

Apesar dos planos terem objetivos distintos, tendo sido regulamentados por esferas do poder distintas (o PGSP, vinculado ao MME e o PACUERA, ao MMA), há uma grande sobreposição de temas a serem tratados.

I.2.4.3. A Lei de Crimes Ambientais e os "Novos" Atores Envolvidos

A Legislação ambiental sofreu um considerável reforço com a promulgação, em 1998, da Lei nº 9.605, que dispôs sobre sanções penais e administrativas aplicáveis a condutas lesivas ao meio ambiente.

---

[133] O PACUERA, segundo o artigo 2º, parágrafo III da Resolução CONAMA nº 302/2002, consiste no "conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, uso e ocupação das margens do reservatório" devendo "estar em conformidade com o Termo de Referência expedido pelo órgão ambiental competente para reservatórios destinados à geração de energia e para os de abastecimento público" (art. 4º).

[134] O plano diretor foi definido pela Constituição como o "instrumento básico" da política urbana (art. 182, § 1º). O Estatuto da Cidade (Lei 10.257/01) e a Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei 6.766/79, alterada pela Lei 9.785/99), reforçam o dispositivo constitucional, condicionando a aplicação de praticamente todos os demais instrumentos urbanísticos ao disposto no plano diretor.
Segundo o art. 41, o Plano Diretor é obrigatório para cidades: I - com mais de vinte mil habitantes; II - integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; III - onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4o, do art. 182 da Constituição Federal; IV - integrantes de áreas de especial interesse turístico; V - inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.(grifo nosso) § 1º – No caso da realização de empreendimentos ou atividades enquadrados no inciso V *caput*, os recursos técnicos e financeiros para a elaboração do plano diretor estarão inseridos entre as medidas de compensação adotadas.

[135] Regulamentou os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabeleceu diretrizes gerais da política urbana e deu outras providências.

> *Art. 2º. Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.*
> *Art. 3º. As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício de sua entidade. Parágrafo único. A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, co-autoras ou partícipes do mesmo fato.*
> *Art. 4º. Poderá ser desconsiderada a pessoa jurídica sempre que sua personalidade for obstáculo ao ressarcimento de prejuízos causados à qualidade do meio ambiente.* (Lei nº 9.605, 12 de fevereiro de 1998)

De fato, os mecanismos regulatórios do uso dos recursos naturais deram novo status às Organizações Não Governamentais (ONGs)[136] ambientalistas e movimentos populares, envolvidos em discussões sobre seu papel na gestão ambiental de projetos - para os quais começaram a ser chamados – num momento em que a visão conservacionista, pela qual a exploração da natureza é legítima, desde que não predatória, começou a ser comungada pela maior parte das entidades.

O Ministério Público tornou-se um importante ator nesse processo. Uma liminar concedida pela Justiça em 1990, a pedido de procuradores da República, foi fundamental para embargar o enchimento do lago da usina hidrelétrica Três Irmãos,

[136] Inicialmente, cabe registrar que a utilização do termo ONG para nomear um amplo espectro de agentes, parcialmente destituídos de interesses econômicos e voltados à promoção de mudanças socioeconômicas, impõe-se a partir de 1948, quando as Nações Unidas criaram o Sistema Internacional de Cooperação ao Desenvolvimento, dando destaque às ações no Terceiro Mundo. Existem referências, contudo, de que, em vários Estados-Nações, através da denominação ONG, funcionam iniciativas filantrópicas datadas do século XIX, além das chamadas entidades privadas - tais como os sindicatos patronais e de trabalhadores, as organizações de representação profissional, entre outros. Diferenciando-se dessas e daquelas, a maioria das ONGs nascidas no Brasil e em outros países em via de desenvolvimento, nos últimos vinte cinco anos, é resultante das novas relações políticas entre o Estado e a sociedade civil. Contudo, observa-se, ainda, que sob a designação ONG vem surgindo, mais recentemente, organizações inspiradas em interesses econômicos voltadas para o mercado de prestação de serviços técnicos. Assim, o conjunto das entidades referidas sob essa nomenclatura não formam um grupo homogêneo, tanto pelo momento histórico em que passaram a existir, quanto pelos objetivos, missões, formas de funcionamento, atribuições, competências etc. que decidiram assumir. Com isso, seria, no mínimo, um equivoco adotar uma definição generalizada para o termo ONG. (FUNDAÇÂO JOAQUIM NABUCO, 2011)

empreendimento da Cesp no rio Tietê (SP), com capacidade instalada de 1292 MW, que inundou uma área de 817 km^2, atingindo uma região habitada pelo cervo-do-pantanal[137]. A empresa teve que, por medida legal, realizar a captura de cerca de 120 animais, numa operação que custou cerca de US$ 2 milhões e contou com a participação da Embrapa, do IBAMA e do próprio Ministério Público.

No bioma Amazônia, a questão socioambiental ganha características especiais, conforme destacado no Parecer do Ministério Público do Estado de Rondônia sobre os aproveitamentos hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio:

> *"Em primeiro lugar, a área localiza-se na floresta amazônica, maior floresta tropical do mundo, declarada patrimônio nacional pela Constituição Federal (art.225), o que tornam mais complexas as negociações para instalação de quaisquer empreendimentos que provocam impactos ambientais e culturais. Adicionalmente, a fragilidade e rica biodiversidade de seus ecossistemas; seu peso no equilíbrio climático global; o fato de ter grande parte de seu território ocupado pela floresta tropical úmida, com interferência no ciclo hidrológico de parte considerável da América do Sul; e as intensas tensões sociais existentes na região, entre outros fatores, exigem precauções singulares para intervenções de alto potencial impactante na região.*
>
> PARECER TÉCNICO. UHE – RIO MADEIRA (Santo Antônio e Jirau) Doc. nº 062/2006/CAOMA-AT. Ministério Público do Estado de Rondônia

O Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) que, nos anos 1990, atuava de forma pontual em empreendimentos hidrelétricos se tornou um crítico do modelo energético do país, e em alguns casos, vem contando com o apoio do Ministério Público.

De fato, no início dos anos 1990, a COPEL iniciou as desapropriações dos terrenos para a instalação do canteiro de obras da usina hidroelétrica de Salto Caxias, no rio Iguaçu, mas foi intimada pelo Ministério Público – acionado pela Comissão Regional dos Atingidos por Barragens do Rio Iguaçu (CRABI) - a prestar

[137] O cervo-do-pantanal é considerado um indicador biológico. Pelo aumento ou diminuição de sua população pode-se verificar o equilíbrio ou desequilíbrio de um ecossistema. A espécie é característica de ecossistemas inundáveis e úmidos da América do Sul. A maior população do cervo se localiza no Pantanal Mato-Grossense. (CESP, 2011)

esclarecimentos[138]. Por conta deste imbróglio, a hidroelétrica começou a operar somente em 1999.

Além da usina de Salto Caxias, outros projetos também foram concluídos com atrasos expressivos em seus cronogramas de obras: a usina de Segredo, no rio Iguaçu, com 1.260 MW; a usina de Xingó, da CHESF (3.000 MW) e a usina de Serra da Mesa, de FURNAS (1.275 MW).

Os novos empreendimentos hidrelétricos dos anos 1990 agregaram apenas 6.000 MW à capacidade instalada no país. Pelo Plano decenal de expansão 1990/1999, aprovado pelo GCPS em 1989, a década deveria ter encerrado com mais 47 hidrelétricas e 28 termelétricas, num total de 32.369 MW adicionais. (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2009)

I.2.5. Pós-Racionamento

Durante os anos de 2003 e 2004 o governo do presidente Luís Inácio Lula da Silva, conduziu o processo de reestruturação com contornos de um novo modelo, cujas bases legais são as Leis nº 10.847[139] e 10.848[140], de 15 de março de 2004; e o Decreto nº 5.163[141], de 30 de julho de 2004.

Em termos institucionais, o novo modelo criou uma entidade responsável pelo planejamento de longo prazo do setor elétrico (a Empresa de Pesquisa Energética – EPE); uma instituição com a função de avaliar permanentemente a segurança do suprimento de energia elétrica (o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE) e uma instituição para dar continuidade às atividades do MAE (Mercado Atacadista de

[138] A Copel criou o Grupo de Estudos Multidisciplinares de Salto Caxias, com a participação de entidades dos trabalhadores rurais, secretarias estaduais e municipais, órgãos ambientais e Ministério Público. Das discussões em audiências públicas e em seminários organizados pela concessionária, nasceu o acordo para o Programa de reassentamento assinado pela Copel com entidades locais em 1993.

[139] Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004**.** Autorizou a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE e deu outras providências. (Conversão da MPv nº 145, de 2003)

[140] Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. Dispôs sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e deu outras providências

[141] Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Regulamentou a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e deu outras providências.

Energia), relativas à comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado (a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE). (SOUZA, 2008)

Concomitantemente, houve no país, profundas modificações na regulação da água[142], insumo básico das hidrelétricas, que são responsáveis por 76 % da geração de energia elétrica do país (EPE, 2011b)

Após o racionamento, esperava-se uma mudança total nos aspectos estruturais que se mostraram causadores da crise, entretanto, segundo D'ARAÚJO (2009), o governo Lula, com grande atraso, optou por editar uma medida provisória sobre o setor depois transformada em lei. A MP 144[143] sinalizou uma legislação complexa. Nos seus 31 artigos, mudou oito leis. Basicamente, alterou todas as que criaram o modelo mercantil no governo anterior intervindo nas três peças essenciais desse modelo: o MAE, Mercado Atacadista de Energia, o ONS, Operador Nacional e a ANEEL, que trata das regras legais desse mercado.

I.2.5.1. Sobra Expressiva de Energia em 2003

Em 2003, o Brasil viu-se numa situação mais confortável: a de contar com excedentes de energia. Os cálculos da ANEEL eram de que, até 2006, 7.000 MW seriam adicionados ao sistema de energia, levando-se em conta obras em andamento sem qualquer tipo de restrição, como as usinas hidrelétricas de Aimorés (MG), com 330 MW, e Campos Novos (SC), com 880 MW, mais as ampliações de Itaipu e Tucuruí. (D'ARAUJO, 2009)

[142] O novo arranjo institucional de Gestão das Águas no Brasil será abordado mais adiante, no capítulo III.

[143] Medida Provisória nº 144, de 10 de dezembro de 2003. Dispôs sobre a comercialização de energia elétrica, alterou as Leis nos 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e deu outras providências.

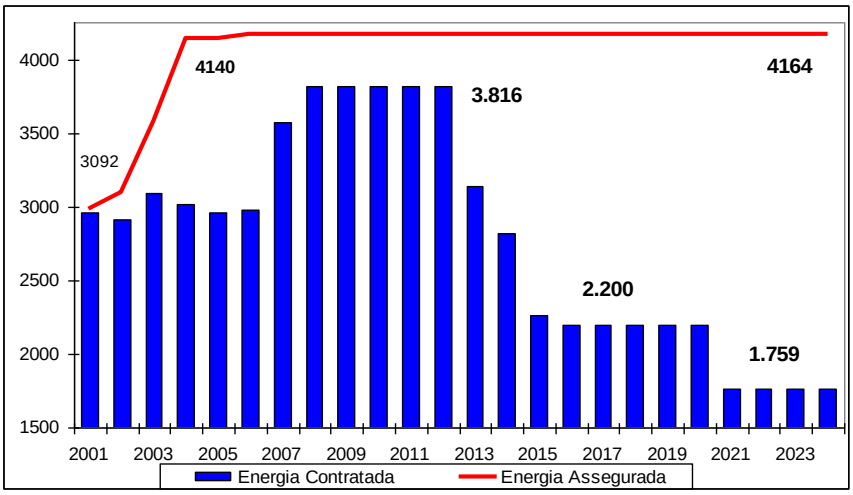


Gráfico 3: Energia Contratada e Energia Assegurada (2001-2023)

Fonte: ELETRONORTE, 2011

A sobra de energia, entretanto, não se refletia sob o ponto de vista do planejamento. Segundo, D'ARAUJO (2009), dentro de um cenário de crescimento de consumo de energia entre 3,5% e 5% anuais – e de crescimento da economia nos mesmos patamares, como previsto pelo projeto de lei do Plano Plurianual 2004-2007 (PPA), poderia ocorrer déficit de oferta a partir do final de 2006. Novamente o país precisaria alavancar o setor com novos projetos. (Gráfico 3)

Não obstante, os investimentos estavam paralisados por conta de problemas ambientais. A principal questão residia nos empreendimentos com concessão outorgada e já licitados, mas embargados por problemas ambientais.

Em 2003, das 53 hidrelétricas licitadas, 11 não haviam conseguido licença ambiental para serem construídas (D'ARAUJO, 2009). De um lado, verificava-se uma variedade de estágios de maturidade dos órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental, propiciando variados critérios, de outro, o setor empresarial encarando o licenciamento ambiental de maneira "cartorial", e não como a formalização de uma política ambiental.

Ao contrário do que acontecia nos anos 1960 e 1970, a atual legislação não mais permitia um tratamento "cartorial" às questões ambientais. Como resultado desta postura, o que se viu foram EIA/RIMAs incompletos que passaram a ser questionados pelos órgãos ambientais mais bem estruturados, e ainda, conforme destacado anteriormente, pelo Ministério Público, acionado por entidades da sociedade civil.

Todos os projetos hidroelétricos que estavam com conclusão prevista para 2007, por exemplo – somando 1.646 MW – apresentavam em 2003 alguma restrição ambiental (D'ARAUJO, 2009)

Em 2001, a usina hidroelétrica de Foz de Chapecó, no rio Uruguai, teve sua concessão licitada. Devido às questões envolvendo remanejamento de populações e índios[144], o consórcio teve dificuldade em obter a licença prévia[145]. Após conseguir a licença prévia em 2003, o consórcio foi ainda questionado pelo Ministério Público Federal, que solicitou a execução de um novo EIA/RIMA, paralisando o processo de licenciamento e os estudos de engenharia.

O mesmo tipo de problema foi verificado no projeto da usina hidroelétrica de Santa Isabel[146], no rio Araguaia. A licitação de sua concessão ocorreu também em 2001, mas até 2003 ainda não tinha obtido a licença prévia.

A preocupação com o Licenciamento Ambiental foi objeto de três sugestões no projeto RESEB-COM[147] (a complementação do RESEB dos anos 1990), que a secretaria de Energia do Ministério de Minas e Energia iniciou em 2000, publicando em outubro de 2011.

O licenciamento ambiental foi tratado no item 2.b.4.:

1. *Que, visando melhorar a qualidade e agilizar o processo de licenciamento ambiental, sejam elaborados e encaminhados ao CONAMA propostas de novas resoluções, contendo aprimoramentos nos procedimentos para o licenciamento ambiental, dando tratamento separado e diferenciado para geração hidrelétrica, geração térmica e instalações de transmissão, revendo prazos para emissão de licenças e indicando procedimentos atualizados para os estudos de impacto ambiental realizados antes da licitação de concessão dos empreendimentos.*
2. *Que seja encaminhado ao CONAMA, proposta de Resolução contendo dispositivo que assegure prazos adequados de validade de licenças ambientais condizentes com a natureza dos empreendimentos.*
3. *Que seja encaminhado ao CONAMA proposta de Resolução específica para o Setor Elétrico, estabelecendo procedimentos que permitam regularizar os empreendimentos construídos anteriormente à vigência da Resolução 006/87 do CONAMA. A norma legal deverá indicar formas de regularizar o*

[144] Terra indígena Kondá, dos índios Kaingang.
[145] As etapas do licenciamento ambiental no ciclo de planejamento de empreendimentos hidrelétricos serão detalhadas no capítulo II.
[146] O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) apresentou estudo sobre a usina no Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (SNPTEE), indicando-a como de alta complexidade ambiental. (D'ARAUJO, 2009).
[147] O RESEB-COM teve como objetivo levantar as dificuldades do setor elétrico de forma a apresentar soluções para superá-las, com o objetivo de realizar a transição do modelo estatal para o modelo mercantil.

> *empreendimento contemplando a característica de cada um e o tempo de vida útil, sem que a citada regularização consista em um processo de licenciamento na forma das regras atuais, previstas na Resolução CONAMA 237.* (MME, 2001)

Em seu relatório final, o RE-SEBCOM recomendava que a licença prévia já constasse do edital de licitação dos empreendimentos de energia elétrica, assim como a incorporação dos custos ambientais. Em novembro de 2002, o CNPE baixou uma resolução determinando a criação de um grupo de trabalho com a função de estabelecer mecanismos para que os projetos do setor elétrico fossem licitados já com a LP. (D'ARAUJO, 2009)

De fato, a estratégia adotada pela ANEEL de licitar usinas sem licença prévia ambiental para acelerar a ampliação da geração não se mostrou eficiente. Os investidores ficaram com o risco de não conseguir viabilizar o projeto, e os órgãos ambientais, com a tarefa de estabelecer, a política ambiental do setor elétrico.

No final de 2003, o governo Luiz Inácio Lula da Silva apresentou um conjunto de novas regras, dentre elas, a exigência de que os novos empreendimentos hidrelétricos e de linha de transmissão fossem oferecidos à licitação com licença prévia ambiental concedida. Neste sentido, foi criada a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) vinculada ao Ministério de Minas e Energia, que ficou encarregada, dentre outras atribuições, de promover os estudos de viabilidade técnico-econômica e socioambiental dos empreendimentos hidrelétricos e obter a licença ambiental prévia.

As medidas provisórias contendo as regras do modelo foram enviadas ao Congresso em dezembro de 2003 e determinavam também a criação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), substituindo o Mercado Atacadista de Energia (MAE), e o comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), com a responsabilidade de garantir a segurança do suprimento de energia. A Eletrobrás ficaria com o papel de *holding* de suas subsidiárias, além dos 50% de Itaipu Binacional -, de administrar os encargos e fundos setoriais, e de comercializar a energia de Itaipu e de fontes alternativas. O novo modelo proposto pelo governo Lula não trouxe alterações institucionais para o meio ambiente.

O Plano de Fortalecimento e Transformação do Sistema Eletrobrás

O Plano de Transformação consistiu em um conjunto de 41 ações voltadas para atender às diretrizes fixadas pelo Ministério de Minas e Energia (MME) em fevereiro de 2008, quais sejam:

- Aperfeiçoamento da governança corporativa,
- Reorientação dos negócios de distribuição,
- *Reformulação institucional da holding* e
- Reorganização do modelo de gestão empresarial.

O primeiro passo nessa direção foi dado em abril de 2008, com a aprovação da Lei nº 11.651[148] de 7 de abril de 2008, que permitiu que a Eletrobrás estabeleça parcerias,

> *§ 1º A Eletrobrás, diretamente ou por meio de suas subsidiárias ou controladas, poderá associar-se, com ou sem aporte de recursos, para constituição de consórcios empresariais ou participação em sociedades, com ou sem poder de controle, no Brasil ou no exterior, que se destinem direta ou indiretamente à exploração da produção ou transmissão de energia elétrica sob regime de concessão ou autorização.* (Lei nº 11.651/2008)

O Plano de Transformação e Fortalecimento do Sistema Eletrobrás (PTSE) foi constituído por um conjunto de 41 projetos (ou ações) distribuídos em quatro vetores de atuação, conforme abaixo (Tabela 5):

[148] Deu nova redação ao § 1º do art. 15 da Lei no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, que autoriza a União a constituir a empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS.

Tabela 5: Os quatro vetores de atuação do Plano de Transformação do Sistema Eletrobrás (PTSE)

Fonte: ELETROBRAS (2011d)

O Plano de Transformação teve como objetivo, segundo ELETROBRAS (2011d) implementar uma nova visão de futuro, alinhada ao novo ambiente institucional do setor elétrico, com foco na eficiência empresarial para obter melhores resultados para as diversas partes interessadas

Para tanto, será avaliado o melhor modelo institucional para a Eletrobrás e suas subsidiárias, buscando a eliminação de barreiras empresariais e legais para uma atuação competitiva e rentável. Segundo ELETROBRAS (2011d), projetos serão implementados para dotar o Sistema Eletrobrás de processos e capacitações adequados para um novo cenário onde o estabelecimento de parcerias para a realização de empreendimentos é um dos fatores relevantes.

I.2.5.2. *Apagão* 2009: O Problema Foi Outro.

> *Às 10 horas da noite, a carga do sistema cai muito. [...] durante o dia estamos em cerca de 55 GW em média, e pela noite cai para algo próximo a 40 GW. [...] Se nessa hora, também de acordo com informações da imprensa, Itaipu gerava 12 GW, estava responsável por 30% da carga. [...] a grande questão é a de, no momento do apagão, Itaipu ser responsável por cerca de 30% da energia gerada no país, uma carga muito alta e que cria uma exagerada dependência em relação a uma única fonte geradora.* (D'ARAUJO, 2010)

Em 2009, ocorreu um novo apagão que deixou às escuras vários estados do país. O Ministério de Minas e Energia (MME) criou um Grupo de Trabalho[149], coordenado pela Secretaria-Executiva, para acompanhar os estudos e as análises que serão realizados pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) e pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com o objetivo concluir as causas do blecaute[150] (comumente chamado de *apagão*) ocorrido no dia 10 de novembro.

Segundo D'ARAÚJO (2010), o *apagão* 2009 se distingue daquele ocorrido em 2001 pelo fato de haver usinas e linhas suficientes. Na sua avaliação, o apagão foi causado pela grande dependência do sistema em relação à usina de Itaipu, dificultando a retomada do sistema. Se por um lado a decisão econômica foi adequada sob o ponto de vista econômico, pois Itaipu funciona a fio d'água e não há, portanto, como acumular água; de outro, dificultou o reestabelecimento do sistema.

Após quase 2 anos de recursos nos processos em curso, a conclusão final foi tomada em 5 de julho de 2011. A ANEEL multou o ONS e outros seis agentes por suas participações no incidente, sendo a penalidade maior aplicada à Furnas Centrais Elétricas, responsável pelas linhas de transmissão, que desarmaram causando o blecaute. De fato, conforme destacado por D'ARAUJO (2010), tratou-se de um problema de gestão, de como o modelo estava sendo gerido.

---

[149] O grupo foi formado pelo Ministério de Minas e Energia, com representantes das Secretarias Executiva, Energia Elétrica, Planejamento e Desenvolvimento Energético, diretor-geral ou diretor da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), presidente ou diretor da Centrais Elétricas Brasileiras, presidente ou diretor da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), diretor-geral ou diretor do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), diretor-presidente ou diretor de FURNAS Centrais Elétricas S.A, presidente ou Diretor da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, e diretor-geral ou Diretor do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica

[150] Do inglês, *blackout.*

Capítulo II. A Expansão dos Aproveitamentos Hidroelétricos para a Amazônia

A experiência vivida pelo setor elétrico em projetos hidrelétricos na Amazônia fornece lições[151] para a tomada de decisões sobre empreendimentos e desenvolvimento em toda a Amazônia**.** A construção de hidrelétricas na Amazônia esteve historicamente, influenciada pelas estratégias políticas dos principais atores na tomada da decisão. Se por um lado, verificam-se os benefícios oriundos da geração de eletricidade, de outro, questões socioambientais não tratadas a contento vem à tona e sinalizam novos dilemas que confrontam os tomadores de decisão, com relação às várias opções de expansão do setor elétrico.

II.1. Contexto Histórico Nacional e a Questão do Desenvolvimento da Amazônia

> *Embora a "questão siderúrgica" fosse central ao novo modelo de desenvolvimento desde o início da década de 1930, a ênfase na industrialização pesada, e na infra-estrutura de base, aumentou ao longo do tempo, à medida que estrangulamentos na oferta de energia e insumos básicos ameaçavam a continuidade da expansão econômica e da diversificação industrial.* (BASTOS, 2006)

Para se compreender os problemas contemporâneos da Amazônia, é necessário que se faça uma incursão, mesmo que breve, pelas políticas federais dirigidas, no século passado, para a região, pois estas políticas tiveram papel decisivo na modelagem das dinâmicas sociais atualmente presentes em termos regionais.

No início da década de 1930, o ideário de desenvolvimento econômico da nação se confundia, cada vez mais, com a redução de sua dependência de insumos industriais e energéticos importados, avançando na industrialização pesada, visando, inclusive, a "substituição das importações".

O Presidente Getúlio Vargas defendia o aço (siderurgia) como principal desafio para a emancipação e o desenvolvimento econômico nacional, assim como o petróleo e a energia hidrelétrica (e não mais termelétrica). Contar com o capital privado para ampliar o parque industrial não era realista, dadas as incertezas e alternativas mais rentáveis de investimento com menor risco.

[151] Obviamente, as lições devem ser ponderadas considerando o contexto histórico em que foram vivenciadas.

Em dois pronunciamentos, Vargas defende o fortalecimento da indústria nacional. O primeiro, em 1930, quando ainda era candidato pela Aliança Liberal, e o segundo, um ano depois, em Belo Horizonte, já empossado presidente.

> *"O surto industrial só será lógico, entre nós, quando estivermos habilitados a fabricar, senão todas, a maior parte das máquinas que nos são indispensáveis. Daí a necessidade de não continuarmos a adiar a solução do problema siderúrgico".* (VARGAS, 1930)

> *"Mas o problema máximo, pode dizer-se básico, da nossa economia é o siderúrgico. Para o Brasil, a idade do ferro marcará o período da sua opulência econômica. No amplo emprego desse metal, sobre todos precioso, se expressa a equação de nosso progresso. Entravam-no a nossa míngua de transportes e a falta de aparelhamento indispensável à exploração da riqueza material que possuímos imobilizada. Completando, finalmente, o meu pensamento, no tocante à solução do magno problema, julgo oportuno insistir, ainda, e um ponto: a necessidade de ser nacionalizada a exploração das riquezas naturais do País, sobretudo a do ferro. Não sou exclusivista nem cometeria o erro de aconselhar o repúdio do capital estrangeiro a empregar-se no desenvolvimento da indústria brasileira, sob a forma de empréstimos, no arrendamento de serviços, concessões provisórias ou em outras múltiplas aplicações equivalentes. Mas, quando se trata da indústria de ferro, com a qual havemos de forjar toda a aparelhagem dos nossos transportes e da nossa defesa; do aproveitamento das quedas d'água, transformadas na energia que nos ilumina e alimenta as indústrias da paz e da guerra; das redes ferroviárias de comunicação interna, por onde se escoa a produção e se movimentam, em casos extremos, os nossos exércitos; quando se trata - repito - da exploração de serviços de tal natureza, de maneira tão íntima ligados ao amplo e complexo problema da defesa nacional, não podemos aliená-los, concedendo-os a estranhos, e cumpre-nos, previdentemente, manter sobre eles o direito de propriedade e de domínio."* (VARGAS, 1931)

Na intervenção nacionalista-desenvolvimentista dos governos de Vargas verifica-se que em todos os ramos da indústria de base, a intervenção do governo caminhou em direção à criação de empresas estatais para superar os gargalos estruturais. Entretanto, a regulação de atividades majoritariamente desempenhadas por grupos privados envolvia chocar-se com interesses fortemente consolidados, considerando que o governo Vargas pretendia que a expansão da oferta de energia se fizesse com garantias de fornecimento e preços que não prejudicassem a operação dos setores

usuários de eletricidade, além de defender reservas cambiais[152] escassas contra remessas de lucro crescentes.

À época, diferentemente da situação do setor siderúrgico, o setor elétrico já estava razoavelmente constituído, entretanto, a distribuição da potência instalada de energia elétrica era bastante desigual. Ademais, conforme vimos, a LIGHT e AMFORP monopolizavam os serviços nos principais centros urbanos brasileiros.

O código de águas[153] de 1934 surge, então, neste contexto, regulando as atividades que faziam uso da água, focando principalmente, nas empresas de geração, por conta de abusos nas tarifas[154].

A expansão da oferta de energia elétrica ainda não era considerada tão prioritária quanto, por exemplo, a resolução do "problema siderúrgico", em parte porque, na década de 1930, os principais centros industriais do país ainda dispunham de energia elétrica em abundância, embora cara[155]. Neste contexto, não surpreende que os esforços políticos e financeiros da "cooperação panamericana" se destinassem mais ao ferro e ao aço, na década de 1940, do que à eletricidade. (BASTOS, 2006)

Apesar da clara intenção de mobilizar recursos locais para o desenvolvimento de uma indústria de base forte, o Presidente Getúlio Vargas mostrou-se politicamente realista, flexível e paciente, buscando atrair filiais estrangeiras, desde que, "contribuíssem, por meio de barganhas vantajosas, para superar a natureza "semicolonial" da economia brasileira." (BASTOS, 2006)

---

[152] As reservas cambiais visam criar uma barreira aos ataques especulativos contra as moedas e dar mais autonomia aos bancos centrais e as políticas econômicas domésticas. Quando ocorre uma crise financeira em determinado país, pode haver um forte aumento na demanda por dólares. Para se evitar uma desvalorização cambial em proporção indesejável, o Banco Central interfere no mercado ofertando divisas, obviamente, se o nível de reservas cambiais acumuladas pelo País estiver em condições de fazê-lo. (ALMEIDA e BACHA, 1999)

[153] O Código de Águas foi promulgado uma semana antes da Constituição de 1934, com as seguintes disposições: (i) eliminação do chamado direito de acessão, que conferia ao proprietário do solo a propriedade de cursos e quedas d'água; (ii) União com o poder concedente pelo uso dos cursos e quedas d'água, antes descentralizado nos estados e municípios; (iii) imposição de revisões contratuais que respeitassem o princípio de "custo pelo serviço" na determinação das tarifas, ou seja, que regulassem a remuneração "justa" das empresas a partir do capital investido e seus custos correntes, incluindo a depreciação. Isto exigia inventariar os investimentos que ela realizara até o presente, e posteriormente determinar uma taxa de lucro anual "justa" (a ser regulamentada posteriormente), que remunerasse a empresa, com a cobrança de tarifas, de acordo com o "custo
do serviço" que prestava.

[154] Em valores reais, as tarifas da São Paulo Light praticamente triplicaram entre 1929 e 1931, estabilizando-se em mais do que o dobro durante a década de 1930, e retornando ao patamar anterior à crise apenas em 1945. (CASTRO, 1985)

[155] Como o Código de Águas só foi regulamentado através da Lei 28.545 de agosto de 1950, as tarifas não foram reduzidas.

A construção da usina siderúrgica de Volta Redonda (hoje CSN – Companhia Siderúrgica Nacional[156]) se insere neste contexto. O apoio Brasileiro aos aliados durante a segunda guerra mundial foi negociado de forma a possibilitar o aporte financeiro necessário para a implantação da siderúrgica. Em troca do fornecimento de aço para os aliados[157] durante a II Guerra Mundial o país teria uma siderúrgica para alavancar seu desenvolvimento.

A Amazônia se insere neste contexto de restabelcimento do dinamismo da produção em termos regionais. A partir dos anos 40, momento no qual se abriu um novo período intervencionista do Estado brasileiro na economia nacional e regional através de Getúlio Vargas. Segundo MONTEIRO e COELHO (2004), a ruptura com a história econômica anterior foi dada pela adoção de mecanismos de planejamento alimentados por uma ideologia de integração nacional, que teve como expressão o que se chamou "Marcha para o Oeste".

O setor elétrico na década de 1950 passou a conviver com períodos de racionamento, consequência de um progressivo crescimento industrial e urbano intensivo em eletricidade e duas décadas sem sucesso na criação de um mecanismo que conciliasse a expansão de oferta de energia e a "remuneração justa" sinalizada no Código de Águas. (CASTRO, 1985, cap. 4).

Em seu segundo mandato (1951-1954), Getúlio Vargas defendeu a intervenção do Estado no setor para superar os pontos de estrangulamento na geração e transmissão de eletricidade. Além disso, deu continuidade à construção da usina de Paulo Afonso, decidiu construir hidrelétricas e termelétricas no Sul, além de elaborar novos projetos - entre eles, o do Imposto Único sobre Energia Elétrica e o da criação da Eletrobrás[158], formulados pela Assessoria Econômica da Presidência da República. A usina hidrelétrica Paulo Afonso I, da CHESF, no rio São Francisco, entrou em operação em dezembro de 1954, com duas unidades geradoras, totalizando 120 MW de potência. (ELETROBRAS, 2011e)

O problema do programa nacionalizante de Vargas estava no fato de não existirem recursos próprios para a expansão do setor elétrico estatal havendo, entretanto,

[156] A Companhia Siderúrgica Nacional, fundada em 9 de abril de 1941, iniciou suas operações em 1946. Como primeira produtora integrada de aço plano no Brasil, a CSN é um marco no processo brasileiro de industrialização. Foi privatizada em 1993. (CSN, 2011)

[157] Representados pelo governo norte-americano. Vargas e Roosevelt assinam o acordo em 1942.

[158] O projeto de criação das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) enfrentou a oposição do Banco Mundial, das concessionárias estrangeiras e de algumas estaduais, de vários políticos e até de ministros do próprio governo.

uma expectativa de se conseguir recursos externos junto ao Banco Mundial, interessado em limitar a intervenção estatal e estimular a presença do capital estrangeiro.

Em 20 de junho de 1952, é aprovada a Lei nº 1.628 que cria o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) uma nova autarquia federal com o objetivo ser o órgão formulador e executor da política nacional de desenvolvimento econômico. Na década de 1950, o BNDE investiu muito em infraestrutura, mas a criação de estatais aos poucos liberou o Banco para investir mais na iniciativa privada e na indústria. Durante os anos 60, o BNDE passou a disponibilizar linhas de financiamento para o setor agropecuário e as pequenas e médias empresas.

Em 1953 foi criado o Grupo Misto CEPAL[159]/BNDE, a partir de um convênio firmado entre as duas instituições, com o objetivo de analisar o comportamento da economia brasileira no período de 1939 a 1953 e fazer projeção das principais variáveis macroeconômicas até 1960. Essas projeções constituíram as bases para a elaboração do Plano de Metas (1956-1961). Alguns dos resultados mais importantes do Plano de Metas referem-se ao setor de energia, com o aumento da potência instalada e da produção de petróleo.

Para o desenvolvimento da Amazônia, Vargas, em 31 de dezembro, na voz do Brasil, lança o *Plano de Valorização Econômica da Amazônia*[160] [161].

> *"Empenha se ainda o Governo em outra obra de singular magnitude, que irá redimir economicamente toda uma prodigiosa região com dimensões de continente. Retini me ao Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cuja execução está confiada aos técnicos de alto valor e reconhecida capacidade que compõem a sua superintendência. Para prestigiar esse órgão e possibilitar a plena concretização de suas finalidades, através de um planejamento em larga escala, urge datá-lo de uma verba global e substanciosa, evitando-se a continuação do processo de pulverização de recursos financeiros que tanto dificulta a realização de um programa racional e de conjunto."* (VARGAS, 1931)

Para desenvolver a Amazônia e ao mesmo tempo marcar a presença do governo federal na região para protegê-la da cobiça internacional, foi criada a Superintendência

[159] Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe.
[160] Além do plano para o petróleo (Petrobrás) e do plano de eletrificação (Eletrobrás).
[161] A Lei 1.806, editada em 1953, criou o Plano de Valorização Econômica da Amazônia (PVEA), que deveria ser implementado através de sucessivos Planos Quinquenais.

do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVA), em 1954 para centralizar os recursos financeiros a serem aportados na região.

Com o Primeiro Plano Quinquenal da Amazônia (1955-1959), o governo federal queria incentivar uma economia rentável e estável na região e converter a população extrativista em mão-de-obra para a economia de base agrícola. As regiões selecionadas eram próximas aos centros urbanos e às principais vias de transporte. No entanto, o I Plano Qüinqüenal foi não foi aprovado pelo Congresso Nacional e nem a SPVEA recebeu os recursos assegurados constitucionalmente

Nesse período, foram criados centros de pesquisa científica e universidades, como o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA[162], em Manaus/AM e a Universidade Federal do Pará (UFPA)[163].

O posicionamento do governo federal é corroborado no estudo CAPES (1959), sobre os territórios do Acre, Rondônia, Rio Branco e Amapá. Em seu capítulo V – Desenvolvimento Econômico, conclui:

> *A observação da utilização dos fatôres e das condições do mercado [...] conduz a algumas generalizações acerca do problema do desenvolvimento econômico dos Territórios através da indicação dos objetivos, das peculiaridades e processos de incremento do produto e da renda. A seguir damos algumas dessas formulações:*
> *1. Substituição da coleta de látex, atividade incapaz de assegurar ao extrator um nível de vida e de civilização pela cultura da seringueira segundo processo racional.*
> *2. Estímulo à propriedade agrícola de caráter não latifundiário, nas possibilidades dos centros urbanos, aptos a absorver a produção da agricultura de subsistência.*
> *3. Melhoria da produtividade do rebanho bovino com o raciamento do gado e o plantio de pastagens de elevado teor nutritivo.*
> *4. Capitalização em âmbito territorial da renda gerada na exploração dos principais produtos de exportação (borracha, castanha, manganês).* (CAPES, 1959)

No governo de Juscelino Kubitschek (1956-1960), foi crescente a afirmação das empresas públicas de energia elétrica. A partir de 1956, um ambicioso programa econômico - o Plano de Metas, que prometia um crescimento de "50 anos em cinco" -

[162] A criação do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), como desdobramento do processo de fundação do CNPq (Conselho Nacional de Pesquisas), em 1951, situou-se dentro de estratégias de construção do Estado Nacional no Brasil, que implicaram um processo de nacionalização, apresentando-se como uma instituição "pioneira" no sentido de tomar para si, do ponto de vista de uma política científica nacional, uma conjunção de projetos internacionais, estaduais e locais. (FAULHABER, 2005)

[163] Criada pela Lei nº 3.191, de 2 de julho de 1957, sancionada pelo Presidente Juscelino Kubitschek, após cinco anos de tramitação legislativa. Congregou as sete faculdades federais, estaduais e privadas existentes em Belém: Medicina, Direito, Farmácia, Engenharia, Odontologia, Filosofia, Ciências e Letras e Ciências Econômicas, Contábeis e Atuariais.

propôs a reorganização do setor: as empresas federais investiriam na produção, ficando a distribuição com o setor privado. O plano considerou prioritários setores como os de energia e transportes, destinando ao primeiro mais de 43% dos investimentos, dos quais cerca de 55% foram para a área de energia elétrica. Nesse período, foi construída a usina de Furnas, essencial para os consumidores do Sudeste, pois instalou 1.200 MW no rio Grande, em Minas Gerais. Em função do Plano de Metas, a potência instalada no país chegou a 4.777 MW em 1960 e, em 1965, atingiu 7.411 MW - isto é, 89% do previsto. Em 1960, foi criado o Ministério das Minas e Energia e, no ano seguinte, o projeto de criação da Eletrobrás foi autorizado por Jânio Quadros (1961). Este, porém, só em 1962 se transformaria em realidade. (ELETROBRAS, 2011e)

A Eletrobrás, segundo a lei[164], poderia atuar diretamente nos empreendimentos de geração de energia elétrica, porém, de fato, a empresa assumiu características de uma *holding* federal, ancorada em quatro subsidiárias: a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), criada em 1945; a Termoelétrica de Charqueadas S. A. (TERMOCHAR), criada em 1952; a Central Elétrica de Furnas S.A., criada em 1957; a Companhia Hidrelétrica do Vale do Paraíba S.A.(CHEVAP), criada em 1960 e a Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (ELETROSUL), criada em 1968, e a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (ELETROSUL), criada em 1972, sendo as duas últimas, criadas após o a instauração do regime militar.

No que se refere à "expansão Amazônica", no final da década de 1950, o movimento migratório que vinha sendo canalizado para as áreas agrícolas do Centro-Sul e para o centro industrializado do país começou a ser redirecionado para o Norte.

A ideia da Amazônia como fronteira de povoamento e de expansão agrícola foi concretamente viabilizada pela política de abertura de estradas. Consequentemente, pela primeira vez na história regional, as áreas de terra firme superaram o dinamismo e os ritmos de crescimento das áreas ribeirinhas, que perderam a condição de eixos prioritários da expansão econômica regional. A partir de então, as estratégias adotadas pelo governo federal passaram a crescentemente ganhar formas concretas por meio da elaboração e implementação de planos de desenvolvimento regional, aos quais se articularam a criação de instituições, o estabelecimento de políticas públicas, a implementação de mecanismos de financiamento, a edificação de obras de infraestrutura, etc. (MONTEIRO e COELHO, 2004)

[164] Lei nº 3.890-A, de abril de 1961. Autoriza a União a constituir a empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS, e dá outras providências.

Em 1964, com a instauração do regime militar, foi lançado o Plano de Ação Econômica do Governo (PAEG), que orientou a implantação de reformas importantes que os outros governos não puderam implantar, tais como: a reforma bancária, com a criação do Banco Central; a criação do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e do Banco Nacional de Habitação (BNH) e a instituição da correção monetária. Neste contexto, surgiu um conjunto de medidas para fomentar o tão pretendido desenvolvimento regional na Amazônia. Criou-se a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), em substituição à SPVEA, e o Banco da Amazônia (BASA), em substituição ao antigo Banco de Crédito da Amazônia.

A década de 1970 no Brasil foi marcada por um desenvolvimento baseado na ocupação territorial, comandado pelo Estado e pelos grandes projetos, postos em ação no âmbito dos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PNDs). Dentre os objetivos do I PND, estavam: (i) colocar o Brasil, no espaço de uma geração, na categoria de nação desenvolvida; (ii) investimentos nas áreas de siderurgia, petroquímica, transporte, construção naval, energia elétrica e mineração e (iii) prioridades sociais: agricultura, programas de saúde, educação; saneamento básico e incremento à pesquisa técnico-científica.

De fato, conforme destacaram MONTEIRO e COELHO (2004), no início dos anos 1970, o Estado nacional, comandado pelos militares, beneficiou-se do dinheiro farto e barato originado dos países produtores de petróleo, assumindo uma faceta desenvolvimentista, isto é, provedora das infra-estruturas básicas necessárias à preparação do espaço para os investidores a serem atraídos, além de participar diretamente em diversas atividades econômicas.

Não obstante, segundo FURTADO (1981), o extraordinário crescimento da produção manufatureira brasileira, no período em que se convencionou chamar "milagre", ocorreu sem que operassem modificações significativas na estrutura do sistema, ou sem que este alcançasse níveis altos de capacidade de autotransformação.

Em tempos de crise mundial resultante do primeiro choque do petróleo ocorrido em 1973 e seis meses após a sua posse, o presidente Ernesto Geisel (1974-1979), lançou o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), com a finalidade de estimular o aumento da capacidade energética e da produção de insumos básicos e de bens de capital[165] e o II Plano de Desenvolvimento da Amazônia, que focou o processo de

[165] O conceito bem de capital é uma categoria importante para a análise econômica na medida em que representa a principal dimensão do investimento produtivo. A incorporação de bem de capital ao processo

desenvolvimento e modernização da economia regional, através da estrutura industrial associada a exploração dos recursos naturais. A finalidade desses planos era intensificar a integração da Amazônia à economia do país e promover a ocupação territorial e a elevação do nível de segurança na área por meio do alargamento da fronteira econômica. Verificou-se no país, uma tentativa de aceleração da economia a partir de megaprojetos[166], sob a liderança estatal, justamente quando vários países se ajustavam a alta do preço do petróleo. (Tabela 6)

Plano de defesa da Borracha	Batalha da Borracha	Planos de metas	Operação Amazônia	I PND PIN I PDA	II PND POLAMAZÔNIA	II PND PGC Calha Norte	Brasil em Ação Avança Brasil
1912-1914	1942-1947	1956-1961	1966-1970	1969-1974 1971 1971	1974-1979	1975-1979 1980-1989 1985- ...	1996-1999 2000-2003
Destinação de recursos pelo governo federal; criação da Superintendência para a Defesa da Borracha; redução das alíquotas dos impostos cobrados sobre a borracha.	Criação no ano de 1941 do Serviço Especial de Mobilização de Trabalhadores (SEMTA) e da Comissão Administrativa do Encaminhamento de Trabalhadores para a Amazônia (CAETA).	Criação da Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), que elaborou o 1º Plano de Desenvolvimento da Amazônia, em 1955.	Definição de políticas de incentivos fiscais aplicados a projetos agropecuários, indústrias e de serviços básicos. Criação da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), do BASA e da SUDAM.	Recursos destinados à redistribuição de terras – PROTERRA	Incentivos fiscais e creditícios		
		Rodovia Belém-Brasília		Construção das rodovias: Transamazônica, Cuiabá-Santarém, Manaus-Porto Velho.	Usina Hidrelétrica de Tucuruí		Eixo do Arco Norte (subarco ocidental e subarco oriental); Eixo Madeira-Amazonas; Eixo Araguaia-Tocantins

Tabela 6: Estratégias de Desenvolvimento para a Amazônia após 1912

Fonte: MONTEIRO e COELHO, 2004

Ademais, a opção por acelerar o processo de substituição de importações, explicitada no plano (II PND, 1974; p. 37), em boa medida lembrava as teses cepalinas, combatidas pelos principais economistas do regime militar. (FONSECA e MONTEIRO, 2008)

produtivo pode implicar na ampliação da capacidade da economia crescer, além do fato de que o bem de capital é portador de conhecimento, pois incorpora tecnologia. Desta forma, os bens de capital - máquinas e equipamentos - são considerados transmissores de progresso técnico para seus usuários. Conseqüentemente, o bem de capital tanto amplia a capacidade produtiva como viabiliza o aumento de produtividade da economia. Nesse sentido, a indústria de bens de capital deve ser percebida como estratégica pelos formuladores de política econômica. (VERLUM, 2003)

[166] Isto incluía a conquista de novas fronteiras, como a Amazônia, e a realização de obras de grande porte, como a usina de Tucuruí, no Tocantins (PA), e três centrais nucleares em Angra dos Reis (RJ). (ELETROBRAS, 2011f)

Segundo HOLANDA (1983) *apud* MATOS (2002), a implementação dos diversos planos econômicos no Brasil até o final dos anos 70 permitiu um considerável avanço no campo da pesquisa e do diagnóstico dos problemas econômicos do país, ao mesmo tempo em que as experiências de planejamento evoluíram de uma visão setorial e parcial da economia para uma concepção globalizada e integral do processo de planejamento em decorrência do desenvolvimento da economia, da eliminação dos pontos de estrangulamento mais evidentes e da redução das oportunidades de substituição das importações.

Destaca-se neste período (1974), a criação do Programa de Polos Agropecuarios e Agrominerais da Amazônia (Poloamazonia), que conforme destacaram MONTEIRO e COELHO (2004), inspirava-se em uma política teórica que preconizava que o melhor caminho para se desenvolver regiões "atrasadas" seria através de um desenvolvimento que deveria se processar de forma polarizada.

Foram 15 os "polos de crescimento", dentre os quais destacam-se, inicialmente, o de Carajás (Ferro) e o de Trombetas (Bauxita)[167],

No final da década de 1970, o governo federal decidiu viabilizar a implantação de empreendimentos voltados a produção de alumínio[168], e para tanto, investiu na usina hidroelétrica de Tucuruí (Box 1), no rio Tocantins e na infra-estrutura urbana e portuária necessária ao funcionamento das indústrias de transformação mineral[169].

Em 1979[170], Eletrobrás e as maiores concessionárias de energia elétrica do país firmaram um convênio para a implantação do Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação da Operação Interligada (SINSC), com o objetivo de viabilizar a operação em tempo real dos sistemas interligados. A criação do SINSC exigiu o desenvolvimento de complexas bases de dados e programas, modernização dos centros de operação existentes e a construção do Centro Nacional de Operação do Sistema (CNOS). (FURNAS, 2007)

Em 28 de agosto do mesmo ano, foi promulgada pelo presidente João Baptista Figueiredo, a Lei nº 6.683 da Anistia, que trouxe de volta ao país adversários da ditadura militar que estavam exilados.

---

[167] Mineração Rio do Norte (MRN), de exploração de bauxita metalúrgica, a noroeste do Estado do Pará, no município de Oriximiná.

[168] Entendido aqui como alumínio primário e outros produtos químicos com alumínio em sua composição (alumina, por exemplo).

[169] Albrás e Alunorte, respectivamente em Barcarena (PA) e São Luiz (MA)

[170] De fato, o SINSC começou a funcionar dez anos depois, em setembro de 1989, assumindo gradualmente as funções de coordenação da supervisão e operação dos sistemas interligados.

Box 1: A Usina Hidroelétrica de Tucuruí: Marco Inicial dos Grandes Projetos

Marco inicial dos aproveitamentos hidrelétricos em grande escala na Amazônia, a usina hidroelétrica de Tucuruí foi concebida dentro do contexto do Polamazônia, visando o atendimento à região de Belém (PA) e São Luís (MA).

De acordo com o estudo de viabilidade, apresentado em dezembro de 1974, o aproveitamento hidroelétrico de Tucuruí foi concebido para ser desenvolvido em duas etapas. A capacidade instalada da primeira casa de força sofreu expressiva evolução entre as diversas fases dos estudos[1], sendo fixada em 4.000 MW pelo projeto básico concluído em julho de 1977, já em meio ao andamento das obras. O projeto básico estabelecia a instalação de 12 unidades geradoras com potência de 330MW cada uma. O primeiro cronograma previu a instalação de oito máquinas entre dezembro de 1981 e abril de 1984. (ELETRONORTE. MEMÓRIA TÉCNICA: USINA HIDRELÉTRICA TUCURUÍ. P. 24, 64, 441 *apud* CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002*).*

A experiência internacional sobre impactos ambientais associados à criação de grandes lagos em regiões tropicais à época do início das obras em Tucuruí restringia-se a algumas represas africanas, que não puderam ser transferidas diretamente devido às diferenças fundamentais em relação à qualidade dos corpos d'água, às condições de vegetação cobertas pelo enchimento do lago e ao fato de a biota dos dois continentes ser bastante diferente (ROVERE e MEDNES, 2000)

A seguir, são apresentados alguns marcos temporais do empreendimento: Decreto autorizando a construção (1974); Início das obras (1975); Enchimento do reservatório e entrada em operação da primeira unidade geradora (1984); Entrada em operação da 12ª unidade geradora (1992); Início da construção da segunda casa de força (1998); Interligação ao SIN com a conclusão da interligação Norte- Sul (1999); Entrada em operação da 13ª unidade geradora (2002); Entrada em operação da 23ª unidade geradora (2007) e Inauguração da segunda casa de força (2008)

Em seu conjunto, as questões socioambientais e os conflitos que surgiram no processo do aproveitamento hidroelétrico de Tucuruí são de um modo geral, resultado de uma prática de planejamento que não reconhecia a necessidade de que os diversos usos da água fossem planejados a partir de uma visão integrada e conjunta de suas interações com os aspectos físicos, bióticos e sociais (ROVERE e MENDES, 2000)

Da mesma forma, não foram adequadamente consideradas as diversas instâncias sociopolíticas locais e regionais. A execução do projeto de forma autoritária fez emergir intensos conflitos.

A partir da segunda metade da década de 1980, com a elevação das taxas de juros e o agravamento da dívida externa brasileira, alteraram-se significativamente as bases sobre as quais se assentava a capacidade de intervenção federal na região Amazônica. Com a abertura política, houve crescente processo de descentralização administrativa. Neste contexto, foi promulgada a Constituição de 1988, aderente às ideias neoliberais que se consolidaram mundialmente nos anos 80 e que ganharam força no Brasil nos anos 90.

Na década de 1990, iniciaram-se no governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso, ações voltadas ao estímulo de desenvolvimento dos eixos de integração, buscando interligar áreas de produção ao mercado internacional, lógicas que foram mantidas no governo do Presidente Lula da Silva, e caso venham a ser concretizadas, poderão desenhar uma nova trajetória para a Amazônia. (MONTEIRO e COELHO, 2004)

A Amazônia brasileira se insere no contexto da ideologia de desenvolvimento regional e segurança nacional do regime militar. Era um período marcado pelo autoritarismo, repressão, perseguição policial e militar, supressão de direitos constitucionais e da liberdade de expressão nos meios de comunicação mediante a adoção da censura prévia. Porém, contraditoriamente, foi um momento também marcado por uma euforia desenvolvimentista.

A construção da rodovia Transamazônica e a implantação de grandes projetos industriais e de infraestrutura, como a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, tinham, ainda, outra intenção; faziam parte da estratégia geopolítica militar para a região. Isto representou um processo expansionista profundamente idealizado que buscava atingir o objetivo de ocupar os "espaços vazios" da região amazônica. As consequências sobre o meio ambiente, a rica biodiversidade regional e seus recursos naturais, e sobre o homem, em uma região de povos e culturas diversificadas, eram vistas como parte de um projeto maior.

As políticas governamentais impuseram mudanças nos processos sociais, econômicos, espaciais e culturais que marcaram a fronteira amazônica durante grande parte do século XX[171]. Neste sentido, é fundamental compreender as políticas de

[171] MONTEIRO e COELHO (2004) analisam as políticas federais e reconfigurações espaciais na Amazônia, destacando o período da produção gomífera (1880-1912), a implantação da Belém-Brasília (1960), o Programa de Integração Nacional (1971) e a Transamazônica, o desenvolvimento da pecuária, do extrativismo madeireiro e a luta pela terra, as políticas voltadas às atividades de mineração e, os

desenvolvimento do passado e suas consequências, de forma a subsidiar o estabelecimento de novas políticas que considerem as novas questões globais, nacionais e regionais.

II.2. Aproveitamentos Hidroelétricos no contexto do Sistema Interligado Nacional (SIN)

Sistemas de armazenamento de água e estruturas de transporte associadas têm sido utilizados para contornar a sazonalidade das chuvas. Esses sistemas visam atender os mais diversos usuários, dentre os quais o abastecimento humano, a irrigação, indústrias e usinas hidroelétricas.

A relação entre água e energia refere-se, então, aos tipos de interdependências entre água e energia nos sistemas, processos e usos finais. Através de diversos estudos, tem se procurado entender os *trade-offs*[172] existentes entre água e energia, a partir de diferentes cenários de planejamento do uso dos recursos. De um lado, faz-se uso da energia, por exemplo, para bombeamento, tratamento, transporte, aquecimento, esfriamento e reciclagem da água. Por outro lado, as usinas hidroelétricas geram eletricidade através da água, e a maioria das usinas termelétricas são dependentes de água para refrigeração[173].

De fato, os recursos hídricos e energéticos tem estreito vínculo. Segundo UNESCO (2009), o mundo vai necessitar de quase 60% a mais de energia em 2030 em relação ao ano de 2002, o que pode acirrar a disputa pelos recursos.

No Brasil, considerando os valores de vazão outorgada[174] para fins consuntivos (Gráfico 4), os três usos principais correspondem a 90% do total do país. Esses usos principais são a irrigação (47%), o abastecimento urbano (26%) e o consumo industrial (17%).

---

grandes investimentos, tais como o Programa Grande Carajás (PGC) e a usina hidroelétrica de Tucuruí inseridos no contexto do Polamazônia, desenvolvido na segunda metade da década de 1970.

[172] O termo *trade-off* significa a existência de um conflito de escolhas na estratégia operacional.

[173] As subestações de energia elétrica também utilizam água em seus processos industriais. As subestações em corrente contínua, especificamente, utilizam um grande volume de água no processo de refrigeração dos seus bipolos. Os bipolos do sistema de transmissão em corrente contínua da usina hidroelétrica Itaipu binacional estão situados nas subestações de Foz de Iguaçu (PR) e Ibiúna (SP).

[174] A outorga de recursos hídricos é um dos instrumentos do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos instituído pela Lei 9.433/97. A referida Lei, seus fundamentos e instrumentos serão detalhados no capítulo III.

Para fins de obtenção da outorga, os usos da água estão divididos em usos consuntivos e não consuntivos:

- Os usos consuntivos referem-se aos usuários que retiram a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades quantitativas, espacial e temporalmente (são exemplos, o uso doméstico, a irrigação, alguns processos industriais e a dessedentação de animais)
- Os usos não consuntivos referem-se aos usuários que retornam à fonte de suprimento praticamente a totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no padrão temporal de disponibilidade (são exemplos, a hidroeletricidade, piscicultura, navegação e a recreação).

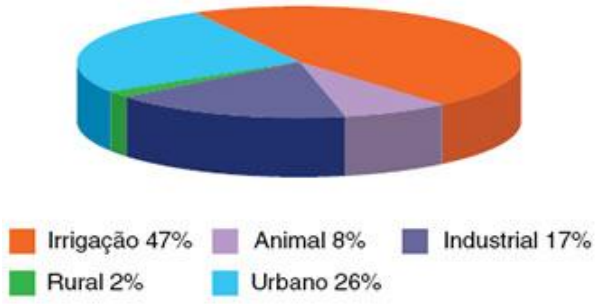


Gráfico 4: Distribuição das Demandas Consuntivas por Finalidade de Uso[175]
Fonte: ANA, 2009

Como o principal insumo das usinas hidroelétricas é a água que chega às suas turbinas, se houver retiradas de água para usos consuntivos à montante do barramento, a geração hidroelétrica terá um menor volume de água disponível para prover a eletricidade[176].

Em um aproveitamento hidroelétrico, o fluxo d'água é direcionado através de um conduto forçado para acionamento de uma turbina acoplada por um eixo a um gerador elétrico que transforma a energia cinética em eletricidade. O princípio básico de funcionamento de uma usina hidroelétrica é apresentado na figura 6 a seguir.

[175] A vazão de retirada para usos consuntivos considerada no País, para o ano de referência de 2006, foi de 1.841 m³/s. (ANA, 2009).
[176] A consideração das vazões afluentes às usinas hidroelétricas no planejamento da expansão do setor elétrico será detalhada no item II.3.3.

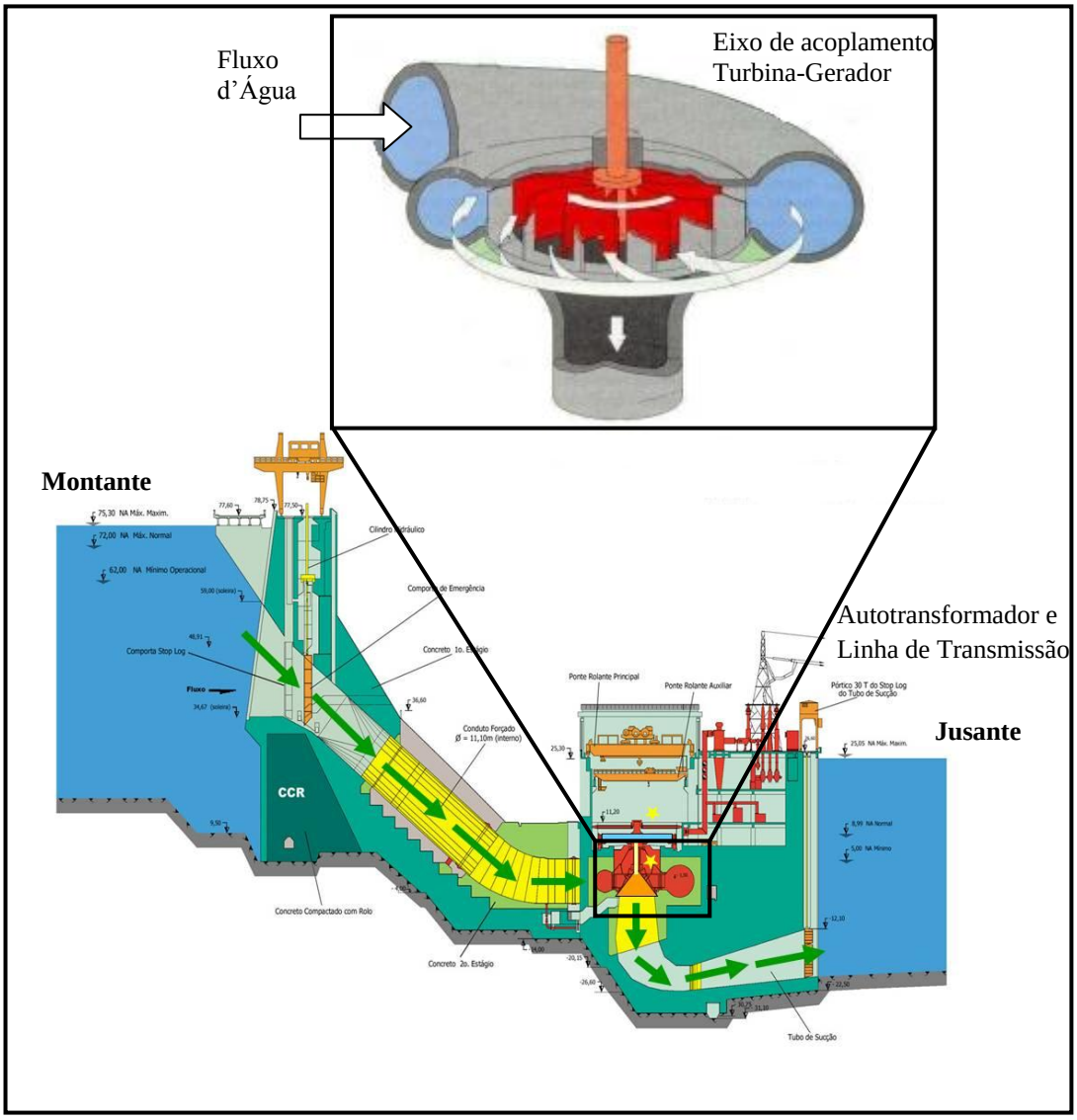


Figura 6: Princípio Básico de Funcionamento de uma Usina Hidroelétrica

Fonte: Adaptado de ELETRONORTE, 2010 e UNIUBE, 2011

A capacidade instalada dos empreendimentos de geração em operação no Brasil, alcançou 114.220 MW [177] no primeiro semestre de 2011, com as usinas hidrelétricas respondendo por 67,77%, de acordo com dados do Banco de Informações da Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A geração dessas usinas rendeu à União e aos estados e municípios afetados o pagamento de R$ 998,2 milhões em compensação financeira por utilização de recursos hídricos e *royalties* pela produção da Usina de Itaipu[178].

[177] Através de 2.434 empreendimentos em operação.

[178] A Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH) e os *Royalties* serão tratados no capítulo III.

A predominância de usinas hidrelétricas no sistema elétrico brasileiro se deve, principalmente, à grande rede hidrográfica existente no país e à competitividade econômica que a hidroeletricidade apresenta. O parque termoelétrico nacional tem caráter complementar, destinando-se a melhorar a confiabilidade do sistema no caso de ocorrência de eventos hidrológicos críticos, conforme se verificou no ano de 2001. Este parque destina-se também ao atendimento de diversas cidades da região Norte do país, que ainda não dispõem de linhas de transmissão de energia elétrica conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN). As termelétricas cumprem, ainda, a função de atendimento localizado, caso ocorram restrições nos elos de interligação.

Como consequência da grande rede hidrográfica brasileira, é comum encontrar diversas usinas hidroelétricas em sequência no mesmo rio. A figura 7 ilustra esquematicamente o Sistema Interligado Nacional. Conforme se pode inferir, a água efluente de uma usina é parte importante da afluência da usina imediatamente a jusante.

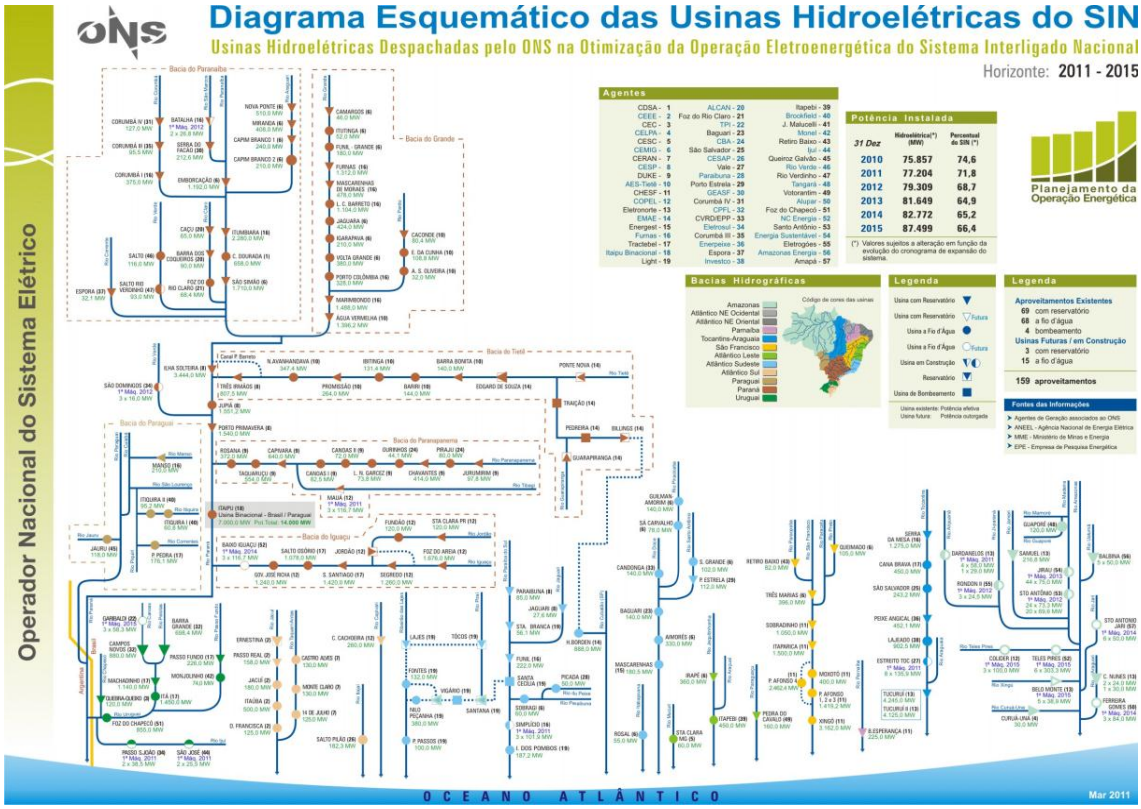


Figura 7: Diagrama Esquemático das Usinas Hidroelétricas do SIN

Fonte: ONS, 2011

A característica mais relevante do setor elétrico brasileiro sob o ponto de vista da geração hidroelétrica é a existência de usinas com reservatórios de acumulação ou

regularização, que propiciam um estoque plurianual de água, que podem amenizar eventuais variações na hidrologia.

Tendo em vista que o Brasil apresenta um território de grandes proporções com regimes complementares entre as bacias hidrográficas, a existência dos reservatórios propicia a troca energética entre regiões. A título de exemplo, a região Sul fornece boa parte da energia consumida no Nordeste nos meses de outubro e novembro, quando não há grande disponibilidade hídrica nos reservatórios da região (Gráfico5)

A Média de Longo Termo é a média aritmética das vazões médias, correspondentes a um mesmo período, verificadas durante a série histórica de observações. A vazão média a longo termo (MLT) é normalmente determinada para cada mês do ano, podendo, também, ser calculada para outros intervalos de tempo.

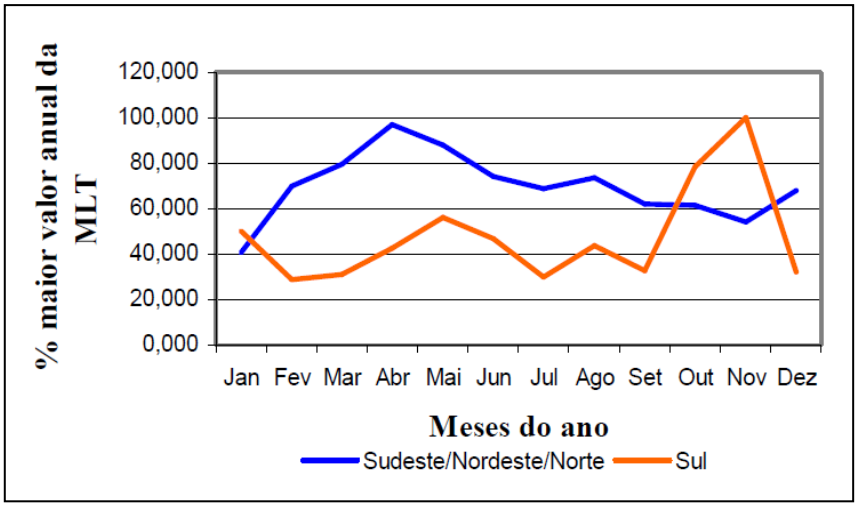


Gráfico 5: Complementariedade Hidrológica entre os Subsistemas do Setor Elétrico Brasileiro

Fonte: ONS *apud* FERREIRA, 2010

Embora as bacias não sejam conectadas hidraulicamente, elas são conectadas eletricamente, através das linhas de transmissão do Sistema Interligado Nacional, que integra quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte[179]. (Figura 8)

[179] Apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país se encontra fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica.

Figura 8: Subsistemas do SIN

Fonte: ONS, 2009

Nesse cenário, as interligações entre regiões através da rede de transmissão de energia elétrica, assumem um papel muito importante, pois viabilizam o aproveitamento da diversidade de comportamento entre as diferentes bacias hidrográficas, bem como o atendimento de regiões em situação de escassez de recursos hídricos com energia exportada por outras partes do sistema.

O SIN, portanto, é vetor da otimização econômica do sistema, pois permite o uso ótimo dos recursos hidrológicos, explorando complementaridades de regime hidrológico das bacias.

Cabe destacar que as termoelétricas são acionadas para evitar o deplecionamento excessivo dos reservatórios das hidroelétricas em condições desfavoráveis, constituindo-se em importante fonte geradora para minimizar riscos de desabastecimento. O Sistema Elétrico Brasileiro é essencialmente hidrotérmico. Desta forma, em situação hidrológica normal, a substituição de termoelétricas por hidroelétricas reduz o custo operativo, enquanto em situação de escassez hidrológica, a geração termoelétrica[180] mitiga riscos de racionamento.

A análise energética deve se basear, portanto, na operação integrada do sistema e na modelagem chuva-vazão. Neste ponto, três questões merecem destaque:

[180] São características da geração termoelétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN) (i) Pela sua localização próxima aos centros de carga, a termoeletricidade alivia os troncos de transmissão agregando segurança à operação elétrica; (ii) Como os requisitos de geração para a segurança elétrica variam ao longo de um ciclo diário, a situação mais comum é haver uma geração elevada nos horários de ponta e carga média, e despacho nulo nos horários de carga leve.

- Várias hidrelétricas de produtores diversos em uma mesma bacia hidrográfica;
- Necessidade de otimização energética e
- Existência de um despacho centralizado

Conforme veremos mais adiante, a dependência entre os diversos produtores indica a necessidade de uma otimização energética e de um despacho centralizado.

II.2.1. A Participação da Hidroeletricidade no SIN

Conforme assinalado anteriormente, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, entretanto, a característica que mais o diferencia dos sistemas elétricos de outros países, é a relevância da hidroeletricidade.

De fato, segundo dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)[181], a geração de energia elétrica no SIN, nos últimos 10 anos, foi majoritariamente hidráulica, entretanto, percebe-se que a geração térmica teve grande participação nos anos de 2004, 2008 e 2010 (Gráficos 6 e 7). A termoeletricidade continuará exercendo seu papel complementar (Gráfico 8) conforme indicado no planejamento do setor, expresso através de seus planos (PNE e PDE).

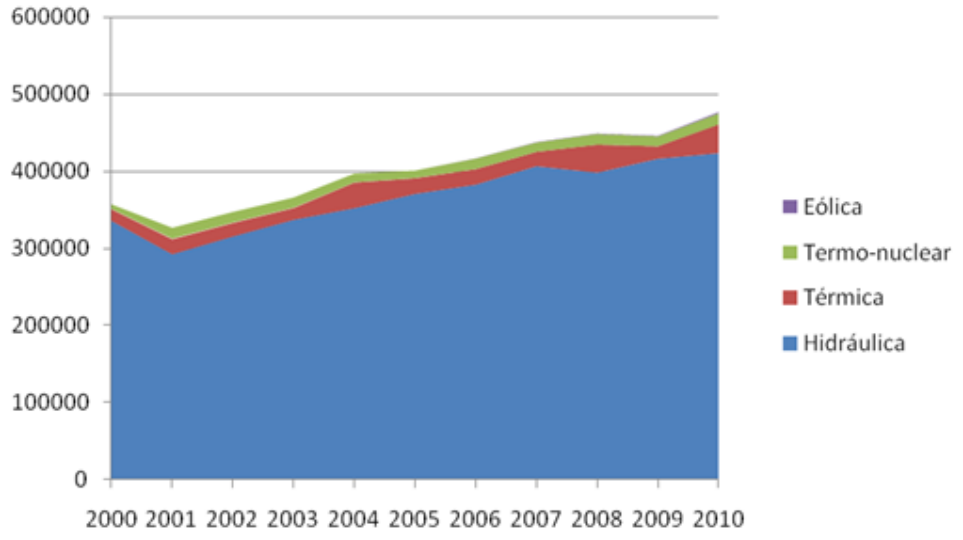


Gráfico 6: Geração Elétrica (GWh) no SIN por fontes. (Período de 2000 a 2010)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ONS

[181] Os atuais agentes do setor elétrico brasileiro estão apresentados no item II. 3.

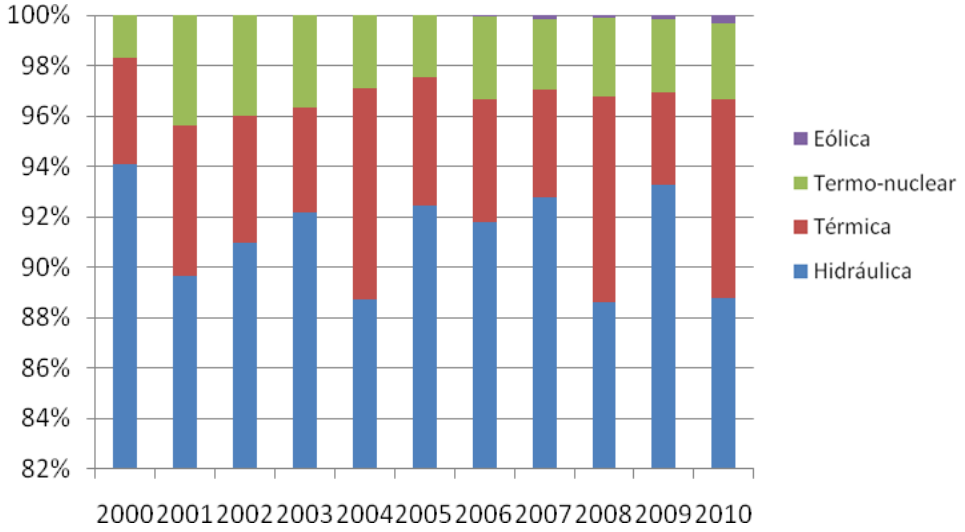


Gráfico 7: Geração Elétrica Percentual por Fontes no SIN (2000 a 2010)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ONS

Desta forma, a maior parte da energia elétrica produzida no país depende de um insumo cuja disponibilidade não pode ser completamente garantida em um horizonte extenso de tempo. A operação coordenada[182] implica definir a cada instante[183], de que forma os recursos hídricos e termoelétricos serão utilizados para garantir o atendimento dos consumidores, com continuidade, segurança e ao menor custo de produção.

Segundo o documento *Orientações para elaboração do Plano Plurianual 2012-2015* do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o Sistema Interligado Nacional (SIN) tem como principais funções:

• a transmissão da energia gerada pelas usinas para os grandes centros de carga;

• a integração entre os diversos elementos do sistema elétrico para garantir estabilidade e confiabilidade à rede;

• a interligação entre as bacias hidráulicas e regiões com características hidrológicas heterogêneas, de modo a otimizar o uso da água; e

• a integração energética com os países vizinhos como forma de otimizar os recursos e aumentar a confiabilidade do sistema.

A figura 9 a seguir apresenta o mapa do SIN, conforme consta no Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico – 2020.

[182] Atribuição do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), descrito com mais detalhes adiante.

[183] Analisando-se um horizonte plurianual, em que possam ser avaliadas as consequências futuras das decisões tomadas no presente.

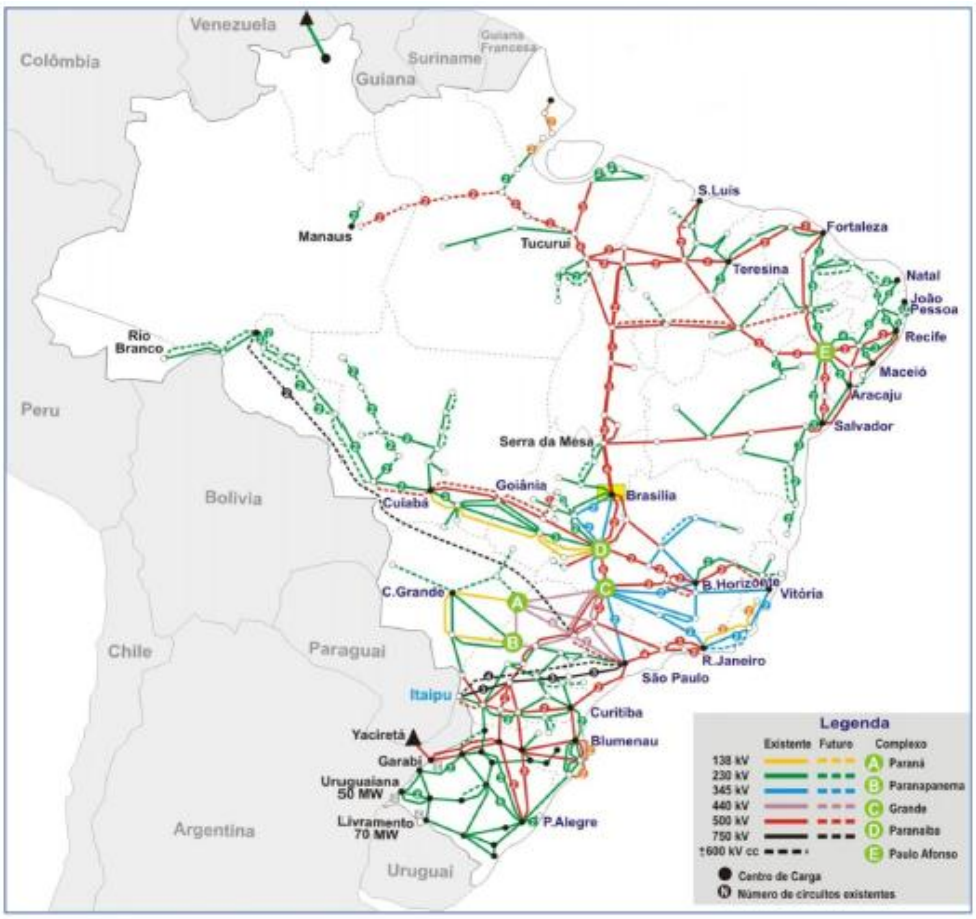


Figura 9: Sistema Interligado Nacional (SIN)

Fonte: EPE, 2011a

Atualmente, a termoeletricidade tem a segunda maior participação na matriz elétrica nacional, com 26,2% da capacidade. As Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), com até 30 MW, ficam em terceiro com 3,14% e outras fontes participantes da matriz (nuclear, eólica e as centrais geradoras hidroelétricas com até 1 MW) detém, juntas, 2,81%.

A capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional deverá evoluir dos cerca de 110.000 MW em dezembro de 2010 para 171.000 MW em dezembro de 2020, com a priorização das fontes renováveis (hidráulica, eólica e biomassa) (Gráfico 8). Se por um lado a participação das hidrelétricas cairá de 76% para 67%, a geração oriunda de fontes alternativas, como a de usinas eólicas, de térmicas à biomassa e de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs), vai dobrar em dez anos, de 8% para 16%. A geração eólica será destaque, aumentando de 1% para 7%. Com isso, a fatia de fontes renováveis se manterá em torno de 83% ao final do decênio (EPE, 2011b)

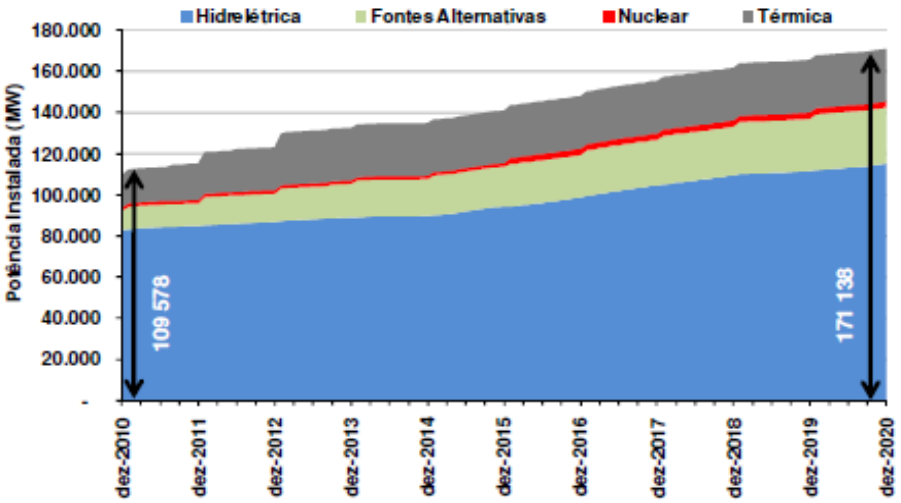


Gráfico 8: Estimativa da Capacidade Instalada do SIN até 2020

Fonte: EPE, 2011a

II.2.1.1. Sistemas Isolados

Os sistemas isolados, predominantemente térmicos e majoritariamente localizados e dispersos na região Norte, atendem a uma área de 45% do território nacional. Os sistemas isolados estão localizados nas capitais da região Norte (exceto Belém) e no interior dos estados dessa região. Destaca-se que no interior dos estados dessa região, a energia elétrica é fornecida por um grande número de pequenas unidades geradoras a óleo diesel que têm grande dificuldade na logística de abastecimento.

A figura 10 a seguir, apresenta a localização das usinas hidroelétricas em operação (excluindo-se as PCHs). Percebe-se que a grande maioria das usinas hidroelétricas está situada nas regiões Sul e Sudeste, confirmando que os sistemas isolados da região Norte são majoritariamente térmicos.

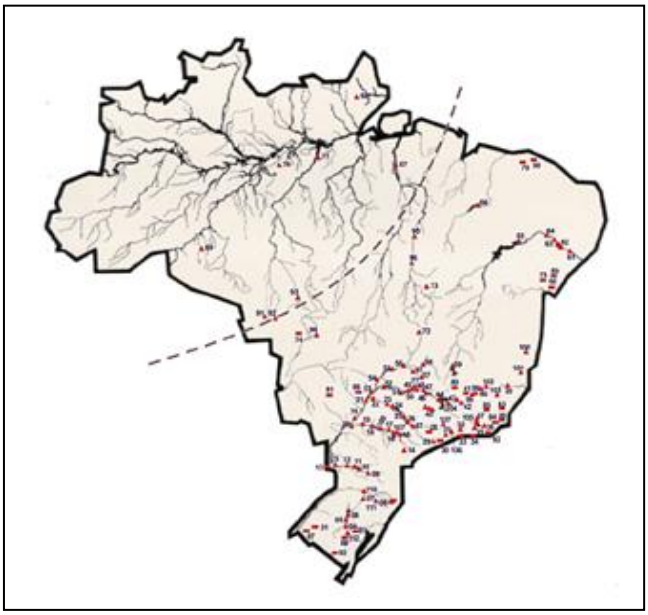


Figura 10: Usinas Hidroelétricas em Operação (> 30 MW).

Fonte: ONS, 2009

A expansão do SIN para a região Norte apresenta os seguintes marcos: (i) interligação Acre-Rondônia; (ii) interligação Tucuruí-Manaus-Macapá e (iii) o sistema de transmissão das usinas do rio Madeira (Santo Antônio e Jirau), que serão abordadas no capítulo IV.

No caso de Tucuruí-Manaus-Macapá, a expectativa é de que a linha - com cerca de 1.800 km de extensão – comece a operar em 2011. No caso do Complexo do rio Madeira[184], considerado um dos maiores desafios para o Setor Elétrico, em razão da magnitude das duas usinas e da extensão das linhas de transmissão, o início da operação está previsto para 2012.

[184] Por conta do Sistema de Transmissão ser em Corrente Contínua (e não em corrente alternada, habitualmente utilizada), constam do edital de licitação, algumas medidas de gestão do conhecimento nesta área, tendo em vista a necessidade de ampliação da formação especializada nessa área. São poucos os países no mundo que adotam esta tecnologia, viável economicamente para grandes distâncias.

II.3. O Processo de Planejamento Energético e a Oferta de Energia Elétrica

II.3.1. Agentes Institucionais do Novo Modelo do Setor Elétrico

O novo conjunto de agentes institucionais pode ser apresentado, conforme figura 11, a seguir:

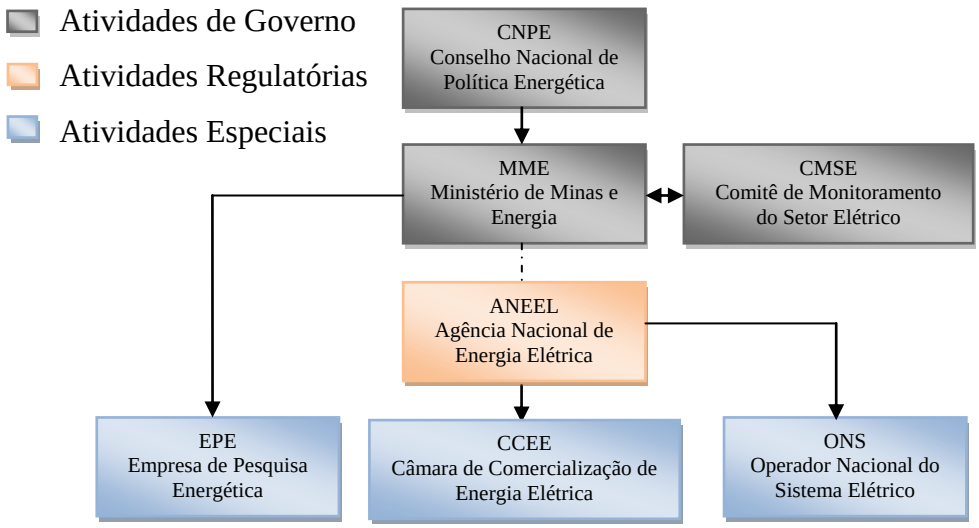


Figura 11: Agentes Institucionais do setor elétrico

Fonte: TOLMASQUIM, 2011

II.3.1.1. Agentes que Executam Atividades de Governo

Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)

O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)[185] é um órgão vinculado à Presidência da República e presidido pelo ministro de Minas e Energia, com a atribuição de propor ao Presidente da República, políticas nacionais e medidas para o setor, com vistas a (MME, 2011):

I - promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País, em conformidade com o disposto na legislação aplicável e com os princípios[186]

[185] Criado pela lei 9.478 de 6 de agosto de 1997 que dispôs sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, instituiu o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e deu outras providências.

[186] a) preservação do interesse nacional; b) promoção do desenvolvimento sustentado, ampliação do mercado de trabalho e valorização dos recursos energéticos; c) proteção dos interesses do consumidor

II – assegurar, em função das características regionais, o suprimento de insumos energéticos ás áreas mais remotas ou de difícil acesso do País, submetendo as medidas específicas ao Congresso Nacional, quando implicarem criação de subsídios, observado o disposto no parágrafo único do artigo 73 da Lei n.º 9.478, de 1997;
III – rever periodicamente as matrizes energéticas aplicadas às diversas regiões do País, considerando as fontes convencionais e alternativas e as tecnologias disponíveis;
IV – estabelecer diretrizes para programas específicos, como os de uso do gás natural, do álcool, de outras biomassas, do carvão e da energia termonuclear;
V – estabelecer diretrizes para a importação e exportação, de maneira a atender às necessidades de consumo interno de petróleo e seu derivados, gás natural e condensado, e assegurar o adequado funcionamento do Sistema Nacional de Estoques de Combustíveis e o cumprimento do Plano Anual de Estoques Estratégicos de Combustíveis, de que trata o artigo 4º da Lei nº 8.176, de 8 de fevereiro de 1991.

Em 2004, a Lei nº 10.848[187] atribuiu ao CNPE a possibilidade de indicar empreendimentos estruturantes[188] (de forma a terem prioridade de licitação e implantação, por seu caráter estratégico e de interesse público) e o Decreto nº 5.163, lhe deu a atribuição de propor critérios de garantia de suprimento que assegurem o equilíbrio entre confiabilidade de fornecimento e modicidade de tarifas e preços.

Ministério de Minas e Energia (MME)

O Ministério de Minas e Energia (MME) é responsável pela formulação e implantação de políticas no setor energético, de acordo com as diretrizes do CNPE. Até a sua criação[189], em 1960, os assuntos de Minas e Energia eram tratados no Ministério

---

quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos; d) proteção do meio ambiente e promoção da conservação de energia; e) garantia do fornecimento de derivados de petróleo em todo o território nacional, nos termos do § 2º do artigo 177 da Constituição Federal; f) incremento da utilização do gás natural; g) identificação das soluções mais adequadas para o suprimento de energia elétrica nas diversas regiões do País; h) utilização de fontes renováveis de energia, mediante o aproveitamento dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis; i) promoção da livre concorrência; j) atração de investimento na produção de energia; k) ampliação da competitividade do País no mercado internacional;

[187] Dispôs sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e deu outras providências.

[188] Através das Resoluções nº 04/2007, nº 01/2008 e nº 05/2009, o CNPE indicou os empreendimentos de Santo Antônio, Jirau e Belo Monte como prioritários para licitação e implantação.

[189] Lei nº 3.782/60

da Agricultura. Em 1990, o MME foi extinto[190], tendo suas atribuições transferidas ao Ministério de Infraestrutura. Em 1992, o MME foi novamente criado, conforme a Lei nº 8.422.

A Lei nº 10.683/2003 definiu como competências do MME as áreas de geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; e petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo a nuclear. Sua estrutura foi regulamentada pelo Decreto nº 5.267/2004, que criou as secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético; de Energia Elétrica; de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; e Geologia, Mineração e Transformação Mineral. (MME, 2011)

A partir do Novo Modelo do Setor Elétrico, o MME foi dotado de novas competências, dentre as quais, encontram-se o planejamento setorial, a concessão de outorga para exploração de usinas hidrelétricas, estabelecimento das diretrizes para os leilões de energia, a celebração dos contratos de concessão e a expedição dos atos autorizativos e a definição das garantias físicas dos empreendimentos.

Também cabe ao MME indicar os aproveitamentos hidrelétricos a serem licitados e, por meio da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), promover a "habilitação técnica" dessas usinas, desenvolvendo estudos para cálculo da garantia física, definição do ponto de conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e estabelecimento da tarifa-teto a ser considerada no Leilão. (ANEEL, 2011)

Vinculam-se ao MME a Empresa de Pesquisa Energética (EPE)[191], a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Há ainda duas sociedades de economia mista vinculadas ao MME: a Eletrobrás, no setor elétrico, e a Petrobras no setor de hidrocarbonetos. A Eletrobras, por sua vez, exerce o controle, das seguintes empresas: Furnas Centrais Elétricas S.A. (FURNAS), Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), Centrais Elétricas do Norte do Brasil (ELETRONORTE), Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (ELETROSUL), Eletrobras Termonuclear S.A. (ELETRONUCLEAR), Amazonas Energia, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), Distribuição Acre, Distribuição Alagoas, Distribuição Piauí, Distribuição Rondônia, Distribuição Roraima e 50% da Usina Binacional de Itaipu (Figura 12)

[190] Lei nº 8.028/90
[191] Lei nº 10.847/2004

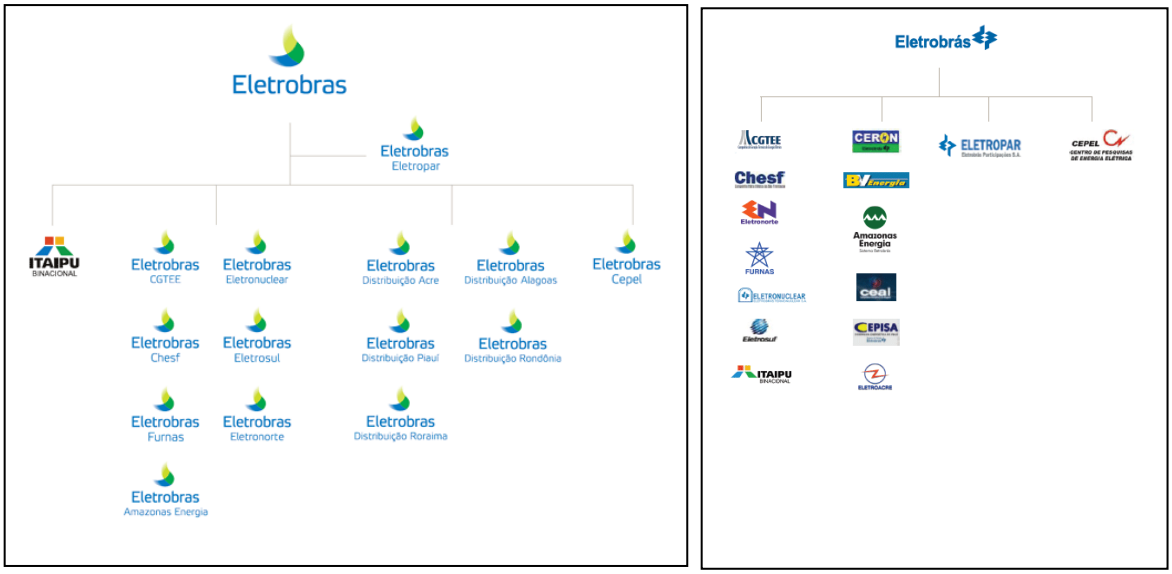


Figura 12: Organograma Eletrobrás (nova logomarca e antigas logomarcas)

Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE)

O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), criado pela Lei nº 10.848 e constituído pelo Decreto nº 6.175[192], ambos de 2004, tem como principal função monitorar, de forma permanente, a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético. Para isso, o CMSE realiza, periodicamente, uma análise integrada de segurança de abastecimento e atendimento aos mercados de energia elétrica, gás natural, petróleo e derivados, buscando identificar dificuldades e obstáculos de caráter técnico, ambiental, comercial, institucional e outros que possam afetar a regularidade e a segurança de abastecimento, bem como o atendimento às necessidades de expansão dos vários setores energéticos.

Quando o CMSE identifica uma situação de risco de abastecimento em qualquer setor, deve elaborar propostas de ajustes, soluções e recomendações de ações preventivas ou saneadoras dessas situações, com vistas a manter ou restaurar a segurança no abastecimento e no atendimento eletroenergético. Com a publicação da Resolução nº8, de 2007, do CNPE, o CMSE passou a exercer também a prerrogativa do

[192] De acordo com o decreto 5.175, de 9 de agosto de 2004, o CMSE será presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia e terá a seguinte composição: I - quatro representantes do Ministério de Minas e Energia; e II - os titulares dos órgãos a seguir indicados: a) Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); b) Agência Nacional do Petróleo (ANP); c) Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE); d) Empresa de Pesquisa Energética (EPE); e e) Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

despacho de usinas fora da ordem de mérito. Trata-se de uma decisão extraordinária do Comitê, com o objetivo de garantir o suprimento energético do SIN. Cabe ao ONS, nesses casos, sustentar tecnicamente as decisões do CMSE.

II.3.1.2. Agentes que Executam Atividades Regulatórias

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

As atividades regulatórias emergem da dissociação, no âmbito da prestação de serviços públicos, entre a regulação dessas atividades e a definição de critérios e diretrizes políticos. Trata-se de assegurar que a disciplina dos serviços públicos e das atividades reservadas, tais como a geração de energia elétrica, a qualquer título, e a comercialização, seja norteada por critérios não exclusivamente políticos. Por atividades regulatórias, entende-se, portanto, a competência para editar normas abstratas infralegais, adotar decisões discricionárias e compor conflitos num setor econômico[193]. (TOLMASQUIM, 2011)

A ANEEL foi criada pela Lei nº 9.427/1996, a fim de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, de acordo com as políticas e diretrizes do governo federal. Seus dirigentes têm estabilidade funcional e mandato fixo, não coincidente com o executivo federal. A As decisões da ANEEL são independentes, não havendo subordinação hierárquica a órgãos públicos. Dentre outras atribuições, cabe à ANEEL:

1. Promover, mediante delegação, com base no plano de outorgas e diretrizes aprovadas pelo MME, os procedimentos licitatórios para contratação de concessionárias e permissionárias de serviço público para produção, transmissão e distribuição de energia elétrica e para outorga de concessão a aproveitamentos de potenciais hidráulicos[194];
2. Gerir contratos de concessão ou de permissão de serviços públicos de energia elétrica, de concessão de uso de bem público, bem como fiscalizar, diretamente

[193] Para garantir o cumprimento das leis que tratam da livre concorrência no País, a ANEEL atua em conjunto com a Secretaria de Acompanhamento Econômico (SEAE), do Ministério da Fazenda, Secretaria de Direito Econômico (SDE) e o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) na prevenção e repressão às infrações contra a ordem econômica no âmbito do setor de energia elétrica.
[194] Redação dada pelo art.9º da Lei 10.848/2004.

ou mediante convênios com órgãos estaduais, as concessões, as permissões e a prestação dos serviços de energia elétrica[195];

3. Fixar as multas administrativas a serem impostas aos concessionários, permissionários e autorizados de instalações e serviços de energia elétrica;
4. Aprovar as regras e os procedimentos de comercialização de energia elétrica contratada de formas regulada e livre[196];
5. Promover processos licitatórios para atendimento às necessidades do mercado[197];
6. Regular o serviço concedido, permitido e autorizado e fiscalizar permanentemente sua prestação[198].

II.3.1.3. Entidades que Executam Atividades Especiais.

No setor elétrico brasileiro, há atividades especiais, tais como o planejamento e a operação do sistema elétrico ou a operacionalização da comercialização de energia, que são desempenhadas por três pessoas jurídicas de direito privado, quais sejam: o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)

O ONS é uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos, que coordena e controla a operação dos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica no SIN. O ONS está estruturado com base em três macrofunções, que abrangem as diferentes atividades que lhe são atribuídas por Lei: a administração dos serviços de transmissão, o planejamento e a programação da operação e a operação propriamente dita, executada em tempo real pelos seus centros de operação.

As principais funções do ONS são as seguintes:

1. Planejar e programar a operação e o despacho centralizado da geração, tendo em vista a operação otimizada do SIN;

[195] Redação dada pelo art. 9º da Lei 10.848/2004.
[196] Incluído pelo art. 9º da Lei 10.848/2004.
[197] Incluído pelo art. 9º da Lei 10.848/2004.
[198] Incluído pelo art. 9º da Lei 10.848/2004.

2. Supervisionar e coordenar os centros de operação de sistemas elétricos;
3. Supervisionar e controlar a operação do SIN e das interligações internacionais;
4. Contratar e administrar os serviços de transmissão de energia elétrica e respectivas condições de acesso, bem como os serviços ancilares[199];
5. Propor ao poder concedente os reforços dos sistemas existentes, a serem considerados no planejamento da expansão dos sistemas de transmissão;
6. Propor regras para a operação da Rede básica do SIN, a serem aprovadas pela ANEEL.

Seu estatuto social original permitia que decisões técnicas fossem tomadas pelo Conselho de Administração, formado por 19 conselheiros: um indicado pelo MME e 18 pelos agentes econômicos, dentro das respectivas categorias[200]. A Lei nº 10.848/2004 promoveu ajustes nas competências do ONS, através de alterações na Lei nº 9.648/1998 e no Decreto nº 5.081/2004. Com essas alterações, o Conselho de Administração deixou de ter competência legal para tomar decisões técnicas, que passaram a ser tomadas exclusivamente pela diretoria, de forma a se evitar a existência de conflitos de interesses. A partir deste novo marco regulatório, a atuação do ONS passou a ser autorizada pelo MME (Poder Concedente) e regulada e fiscalizada pela ANEEL.

Como o ONS realiza atividades fundamentais para o bom funcionamento do sistema elétrico, também foi necessário criar mecanismos de proteção a seus administradores, de modo a preservar sua independência de particulares e agentes, bem como do próprio governo[201]. E, ainda, para assegurar o adequado funcionamento do setor, determinou-se a realização de acordo operacional do ONS com a CCEE e com a EPE.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

Em julho de 2003, foi apresentada pelo MME a "Proposta de Modelo Institucional do Setor Elétrico"[202], com detalhes do Novo Modelo referentes aos

[199] Serviços tradicionalmente agregados de forma implícita à venda de energia elétrica e que não correspondem propriamente à energia em si;
[200] Ver Resolução ANEEL nº 307/1998 e Resolução ANEEL nº 383/2000.
[201] Pretendia-se, com essas alterações na governança, reduzir as chances de captura do operador por agentes econômicos e políticos.
[202] O documento apontava as bases para o Novo Modelo. No processo de discussão no Executivo e no Legislativo, algumas propostas foram aperfeiçoadas.

aspectos institucionais, contratuais, de planejamento de expansão do sistema, entre outros[203].

No contexto de retomada do planejamento e reestruturação institucional, o planejamento eletroenergético setorial seria realizado por uma nova instituição, denominada "Fundação de Estudos e Planejamento Energético" (FEPE), com corpo técnico especializado e funções coordenadas, orientadas e monitoradas pelo MME.

A instrumentalização dessas atividades ocorreu inicialmente em 11 de dezembro de 2003, com a Medida Provisória nº 145, que autorizou a criação da Empresa de Pesquisa Energética, ou EPE (na forma de empresa pública e não mais de Fundação), e deu providências referentes a seu funcionamento[204]. A exposição de motivos da medida provisória nº145/2003 justificou a criação da EPE com base na necessidade de viabilizar instrumentos que efetivassem o exercício qualificado dos estudos de planejamento da matriz energética, visando à expansão do sistema elétrico e à redução dos riscos de racionamento e "*apagões*"[205].

Em 15 de março de 2004, por meio da Lei n° 10.847, foi autorizada a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), tendo por finalidade a prestação de serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético[206].

A EPE, vinculada ao MME, tem por finalidade realizar estudos e pesquisas destinadas a subsidiar e dar apoio técnico ao planejamento energético. A EPE realiza estudos da matriz energética de longo prazo e estudos de planejamento integrado dos recursos energéticos, além de subsidiar a formulação, o planejamento e a implementação das ações do MME, no âmbito da política energética nacional, e planejar a expansão do sistema de geração e transmissão. Para isso, foram atribuídas à EPE as competências necessárias para:

---

[203]Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/Proposta ModeloInstitucional.pdf.> Acesso em: 14 de setembro de 2010.

[204] Sua criação seguiu a definição do Decreto-Lei nº 200/1976 e do Decreto-Lei nº 900/1969, que definem empresa pública como "entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, com patrimônio próprio e capital exclusivo da União, criada por lei para a exploração de atividade econômica que o governo seja levado a exercer por força de contingência ou de conveniência administrativa, podendo revestir-se de qualquer das formas admitidas em direito".

[205] Texto integral da Exposição de Motivos da Medida Provisória nº 145/2003 disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Exm/2003/EMI-93-MME-MPO-03.htm> Acesso em 29 de setembro de 2010.

[206] Considerando o amplo uso dos recursos hídricos para a geração elétrica, cabe destacar que a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil), responsável pela geração de levantamentos geológicos e hidrológicos básicos do território nacional, também está vinculada ao MME.

1. Realizar estudos e projeções da matriz energética brasileira;
2. Elaborar e publicar o balanço energético nacional;
3. Identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos;
4. Dar suporte e participar de articulações para aproveitamentos de rios compartilhados com países vizinhos;
5. Realizar estudos para determinar os aproveitamentos ótimos dos potenciais hidráulicos;
6. Obter a licença prévia ambiental e a declaração de disponibilidade hídrica, necessárias às licitações de empreendimentos hidrelétricos e de transmissão, selecionadas pela EPE;
7. Elaborar os estudos necessários para o desenvolvimento dos planos de expansão da geração e transmissão de energia elétrica de curto, médio e longo prazos;
8. Desenvolver estudos de impacto social, viabilidade técnico-econômica e socioambiental para os empreendimentos de energia elétrica e de fontes renováveis;
9. Efetuar o acompanhamento da execução de projetos e estudos de viabilidade realizados por agentes interessados e devidamente autorizados;
10. Desenvolver estudos para avaliar e incrementar o uso da energia de fontes renováveis;
11. Dar suporte e participar nas articulações visando à integração energética com outros países;
12. Promover estudos e produzir informações para subsidiar programas de desenvolvimento energético ambientalmente sustentáveis, incluindo eficiência energética;
13. Elaborar e publicar estudos de inventário do potencial de energia elétrica, proveniente de fontes alternativas. (TOLMASQUIM, 2011)

A EPE tem importante participação nos leilões de energia do Novo Modelo, notadamente por suas competências específicas de:

i. Identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos;
ii. Realizar estudos para determinar o aproveitamento ótimo dos potenciais hidráulicos;

iii. Obter a licença previa ambiental[207] e a declaração de disponibilidade hídrica necessárias às licitações de empreendimentos de geração hidrelétrica.

À EPE, cabe também habilitar tecnicamente os empreendimentos que participam dos leilões de energia realizados pela ANEEL.

Dentre os estudos desenvolvidos pela EPE, destacam-se o Plano Decenal de Energia (PDE), o Plano Nacional de Energia (PNE), o Balanço Energético Nacional (BEN), as resenhas e os boletins mensais de mercado, bem como os estudos de planejamento da transmissão, que resultam no Programa de Expansão da Transmissão (PET).

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)

A Medida Provisória nº144/2003, convertida na Lei nº 10.848/2004, autorizou a criação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, autorizada do Poder Concedente, sob regulação e fiscalização da ANEEL. (TOLMASQUIM, 2011)

A CCEE foi criada para viabilizar a comercialização de energia elétrica no SIN, tanto no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) quanto no Ambiente de Contratação Livre (ACL). Passou a atuar, também, como agente promotor dos leilões e administrador dos Contratos de Compra e Venda de Energia (CCEAR).

Coube à CCEE adotar todas as medidas necessárias à sucessão do MAE.

A obrigatoriedade de uma cláusula arbitral para resolver divergências entre agentes da CCEE, como disposto em seu estatuto social e na convenção de comercialização, busca atender à necessidade de estabilidade regulatória, uma vez que os árbitros escolhidos para a resolução de controvérsias geralmente são especializados, dada a notória complexidade jurídica do setor elétrico. (TOLMASQUIM, 2011)

O Decreto nº 5.177/2004 estabelece, entre outras atribuições, que compete à CCEE:

1. Promover Leilões de compra e venda de energia elétrica, por delegação da ANEEL;

[207] As etapas do licenciamento ambiental serão descritas no item II.4., quando da descrição das etapas de planejamento de empreendimentos hidroelétricos.

2. Manter o registro de todos os Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR) e os contratos resultantes dos leilões de ajuste, da aquisição de energia proveniente de geração distribuída e respectivas alterações;
3. Registrar os montantes de potência e energia objeto de contratos celebrados no Ambiente de Contratação Livre (ACL);
4. Promover a medição e o registro de dados relativos às operações de compra e venda e outros dados inerentes aos serviços de energia elétrica;
5. Efetuar a contabilização dos montantes de energia comercializados e a liquidação financeira dos valores decorrentes das operações de compra e venda de energia elétrica realizadas no mercado de curto prazo;
6. Apurar os montantes e promover as ações necessárias à realização do depósito, da custódia e execução de garantias relativas às liquidações financeiras do mercado de curto prazo, nos termos da convenção de comercialização;

Os agentes da CCEE são divididos em três categorias: geração[208], distribuição[209] e comercialização[210].

II.3.2. Planejamento Energético

O Estado Brasileiro exerce, na forma da lei, as funções de planejamento, sendo determinante para o setor público e indicativo para o setor privado. Na área energética, conforme já visto, cabe ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) a formulação de políticas e diretrizes de energia para o desenvolvimento nacional equilibrado. Ao Ministério de Minas e Energia (MME), cabe a implementação das políticas para o Setor Energético e coordenação do planejamento energético nacional.

A oferta de energia elétrica se insere no processo de planejamento energético do país.

[208] Geradores concessionários de serviço público, produtores independentes e autoprodutores.
[209] Agentes de distribuição, titulares de concessão, permissão ou autorização de serviços e instalações de distribuição para fornecer energia elétrica ao consumidor final exclusivamente de forma regulada.
[210] Importadores e exportadores, comercializadores e consumidores livres.

PPAs - Os Planos Plurianuais

O Plano Plurianual (PPA) é o instrumento de planejamento que estabelece, de forma regionalizada, as diretrizes, objetivos e metas da Administração Pública
Federal para as despesas de capital e outras delas decorrentes e para as relativas aos programas de duração continuada, conforme disposto no artigo 165 da Constituição Federal de 1988. (MP, 2011)

O PPA, como um dos instrumentos de planejamento previstos na Constituição Federal, deve orientar os demais planos e programas nacionais, regionais e setoriais.

Nesse sentido, o PPA é um instrumento de planejamento mediador entre o planejamento de longo prazo e os orçamentos anuais que consolidam a alocação dos recursos públicos a cada exercício (Figura 13).

Figura 13: Plano Plurianual

Fonte: MP, 2007

No que se refere ao planejamento do setor elétrico, consta no documento "Orientações para Elaboração do Plano Plurianual 2012-2015" (MP, 2011), a seguinte meta para o período. (Tabela 7)

Meta 2012 - 2015	Inventariar o equivalente a 5.000 MW de capacidade de geração hidrelétrica. Viabilizar e projetar 12.000 MW de capacidade de geração hidrelétrica. Viabilizar e projetar 1.100 MW de capacidade de geração a partir de biomassa. Viabilizar e projetar 1.600 MW de capacidade de geração a partir da fonte eólica. Viabilizar e projetar 4 usinas termonucleares.

Regionalização da Meta	**Total**
Região Hidrográfica Amazônica	Realização do Inventário de 9 rios Realização do Estudo de Viabilidade de 24 UHEs
Região Hidrográfica Paraná	Realização do Inventário de 1 rio Realização do Estudo de Viabilidade de 3 UHEs
Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia	Realização do Inventário de 2 rios Realização do Estudo de Viabilidade de 1 UHE
Nordeste	Realização do Estudo de Viabilidade de 4 Usinas Termonucleares Realização do Estudo de Viabilidade de 12 Parques Eólicos
Sul	Realização do Estudo de Viabilidade de 4 Parques Eólicos

Tabela 7: Meta PPA 2012-2015 - Setor Elétrico

Fonte: MP, 2011

Conforme já apresentado, considerando as características e o longo prazo de implementação dos empreendimentos hidrelétricos, os planejamentos de médio e longo prazo são fundamentais para assegurar a expansão equilibrada da oferta energética, com sustentabilidade técnica, econômica e ambiental e para constituir uma base sólida de apoio ao crescimento econômico.

Desta forma, percebe-se que o estudo dos potenciais hidrelétricos e a definição do portfólio de empreendimentos de geração de energia elétrica são fundamentais para a produção da energia necessária ao atendimento da demanda nacional.

A integração de sistemas ainda isolados e dos grandes empreendimentos de geração de energia ao Sistema Interligado Nacional se apresenta como questão estratégica e de soberania nacional, com destaque para os estados da região Norte, que são grandes consumidores de combustíveis minerais para a geração de energia elétrica, para os complexos geradores das bacias dos rios Madeira, Teles Pires e Tapajós e para a Usina Hidrelétrica Belo Monte. (MP, 2011)

A figura 14 que segue apresenta a projeção, em grandes linhas, das expansões do SIN.

Figura 14: Expansão SIN

Fonte: MME (2009) *apud* MP (2011)

Matriz Energética e Plano Nacional de Energia

Publicada em 2007, a Matriz Energética Brasileira 2030 compõe com o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030)[211] o par de relatórios principais que consolidam os estudos desenvolvidos sobre a expansão da oferta e da demanda de energia no Brasil nos próximos 25 anos.

[211] O PNE 2030 se constitui em estudo pioneiro no Brasil realizado por um ente governamental. É a primeira vez no país, no âmbito do Governo, que se desenvolve um estudo de planejamento de longo prazo de caráter energético – vale dizer, cobrindo não somente a questão da energia elétrica, como também dos demais energéticos, notadamente petróleo, gás natural e biomassa. As referências anteriores disponíveis no âmbito de entidades de Governo são os estudos da Petrobras, na área de petróleo e gás, e da Eletrobrás, como coordenadora do extinto Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos – GCPS, na área de eletricidade. (EPE, 2007)

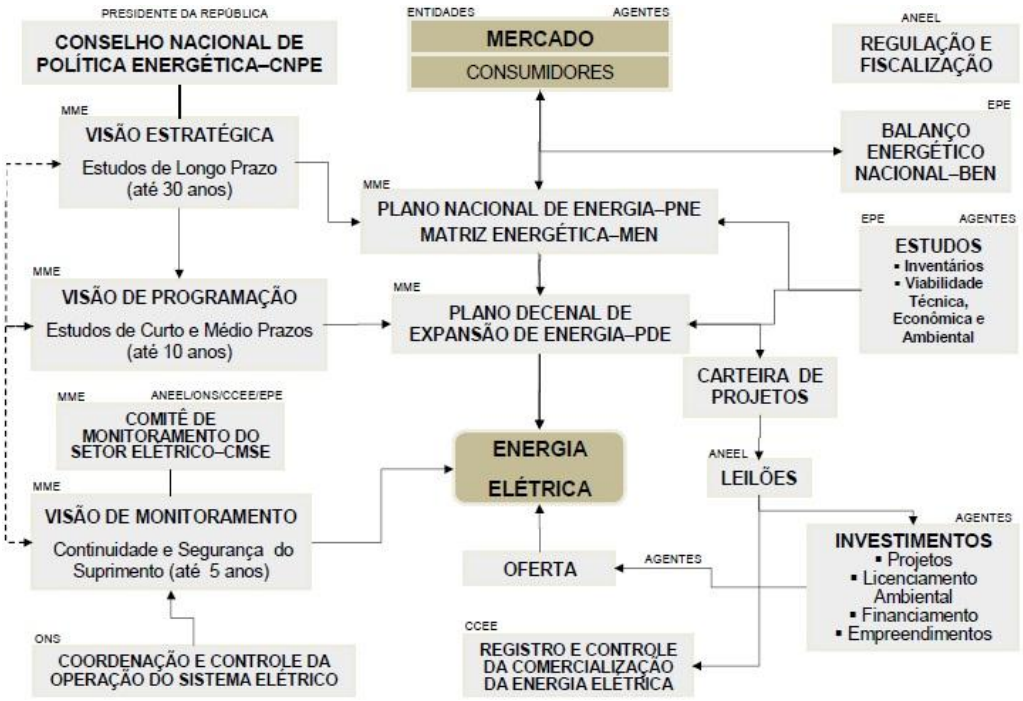


Figura 15: Visões Estratégica, de Programação e Monitoramento

Fonte: COIMBRA, 2010

Conforme se percebe na figura 15, o Plano Nacional de Energia (PNE)[212] e a Matriz Energética (MEN)[213] são estudos de longo prazo, se coadunando com uma visão estratégica do planejamento da expansão energética. De forma a subsidiar estes estudos de longo prazo, são elaborados a cada três meses, boletins de Análise Periódica do Setor Energético, apresentando estudos sobre temas relevantes no setor energético e uma síntese das principais estatísticas do mercado de energia. Os boletins se propõem a estudar o mercado de energia e sua interação com a economia com destaque para as estatísticas econômicas e energéticas a serem utilizadas no processo de elaboração de cenários de produção e uso da energia.

O Balanço Energético Nacional (BEN) é outro estudo que auxilia o planejamento da expansão da oferta de energia, e se configura no mais tradicional documento do setor energético brasileiro. De fundamental importância para as

[212] Tem como características, dentre outras, definir a estratégia de expansão da oferta de energia (composição das fontes) para atendimento aos cenários de consumo a longo prazo; a evolução das interligações inter-regionais e com países vizinhos; apresentar subsídios à definição de políticas energéticas e de desenvolvimento tecnológico e industrial.

[213] Tem como características, dentre outras, monitorar a evolução de longo prazo do BEN; os cenários de oferta e consumo de energéticos; propor as diretrizes para os estudos de expansão a longo prazo do setor energético e os indicadores de sustentabilidade ambiental da matriz.

atividades de planejamento e acompanhamento do setor energético nacional, o BEM, publicado anualmente pela EPE, reúne, em um único documento, as séries históricas das diversas operações ligadas à oferta e demanda dos diferentes energéticos, além de informações sobre reservas e capacidades instaladas.

Em uma visão de programação, tem-se os estudos de curto e médio prazo, que subsidiam a elaboração do Plano Decenal de Energia Elétrica (PDE). O PDE[214] [215]incorpora uma visão integrada da expansão da demanda e da oferta de recursos energéticos no período decenal, definindo um cenário de referência, que sinaliza e orienta as decisões dos agentes no mercado de energia, visando assegurar a expansão equilibrada da oferta energética, com sustentabilidade técnica, econômica e ambiental (EPE, 2010). Destaca-se que o conceito de sustentabilidade constituiu o paradigma que orientou os estudos socioambientais desenvolvidos a partir do PDE 2019, tendo requerido a formulação de novos[216] critérios e procedimentos.

Segundo dados da Resenha Energética Preliminar de Junho de 2010 (EPE, 2010a), a oferta interna de energia no Brasil apresenta cerca de 46% de energias renováveis contra 54% de não renováveis. Segundo o mesmo documento, a participação das energias renováveis no mundo e na OECD[217] apresentam valores bastante inferiores, respectivamente 12,9% e 7,2%.

[214] Os estudos contemplados no PDE foram agrupados no relatório em quatro temas: (i) Contextualização e demanda; (ii) Oferta de energia elétrica; (iii) Oferta de petróleo, gás natural e biocombustíveis; e (iv) Aspectos de sustentabilidade.

[215] O percentual de participação do conjunto das fontes renováveis de energia (hidráulica, eólica, etanol, biomassa, entre outras) vai aumentar na matriz energética brasileira nos próximos dez anos. A presença destes recursos, que somou 44,8% em 2010, chegará a 46,3% em 2020, de acordo com o PDE 2020. (EPE, 2011a)

[216] Para a análise socioambiental dos projetos de geração hidrelétrica e transmissão, foram desenvolvidos índices de sustentabilidade, segundo as interações que realizam com o meio natural e com a sociedade. A incorporação da variável socioambiental foi efetuada por meio de um processo sistemático, que se inicia na etapa de formulação das alternativas da expansão do sistema eletroenergético e se estende até a indicação do programa de obras para o período. Os seguintes critérios orientaram o desenvolvimento dos estudos socioambientais: (i) a integração com as demais áreas de planejamento desde as etapas iniciais de desenvolvimento dos estudos; (ii) a adoção, como referência básica, de procedimentos metodológicos, atualização das informações e aperfeiçoamento das análises realizadas para os ciclos anteriores (2006-2015, 2007-2016 e 2008-2017), acrescidas das sugestões e recomendações das Consultas Públicas; (iii) a utilização de geoprocessamento, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), como ferramenta para as análises espaciais; (iv) a análise socioambiental dos projetos em planejamento excluindo-se aqueles já licitados ou concedidos. Dadas as particularidades de cada fonte, a estrutura metodológica, que tem como base os princípios da sustentabilidade em todas as análises, apresenta-se de forma diversa para os projetos de geração e transmissão de energia elétrica e para a produção de petróleo e gás natural, oferta de gás natural e de biocombustíveis. (EPE, 2010)

[217] *Organisation for Economic Co-operation and Developement*. São 34 os países membros. (OECD, 2011)

O PNE 2030 indica, ainda, que a oferta de energia hidráulica deverá se manter em torno dos 14%, sinalizando aumentos percentuais significativos, principalmente, no uso das fontes renováveis e do gás natural. (Gráfico 9)

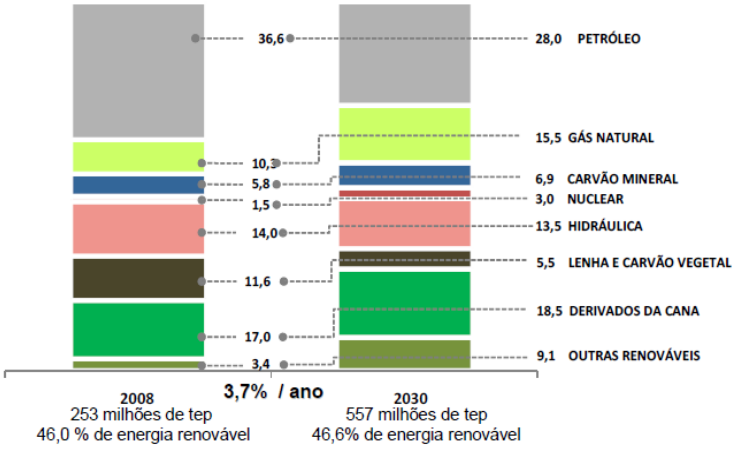


Gráfico 9: Oferta de Energia por Fontes (2008-2030)

Fonte: EPE, 2008

De fato, o uso do gás natural deverá apresentar maior participação na oferta de energia, principalmente para fins de geração de energia elétrica. (Gráfico 10)

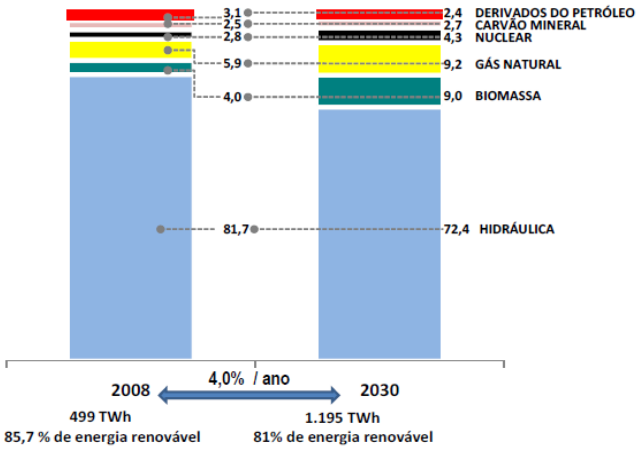


Gráfico 10: Matriz Elétrica – Oferta Interna %

Fonte: EPE, 2008

Avaliando-se a participação da energia renovável na matriz elétrica, observam-se valores muito elevados em relação à média mundial, que apresenta 18% de participação destas fontes.

O PNE 2030 apresenta um aumento de 63% da capacidade instalada para o ano de 2019, com um acréscimo de 71,3 GW ao final período. O gráfico 11 apresenta a configuração da expansão da matriz elétrica ao término do período, com a hidroeletricidade respondendo por 60,4% do total.

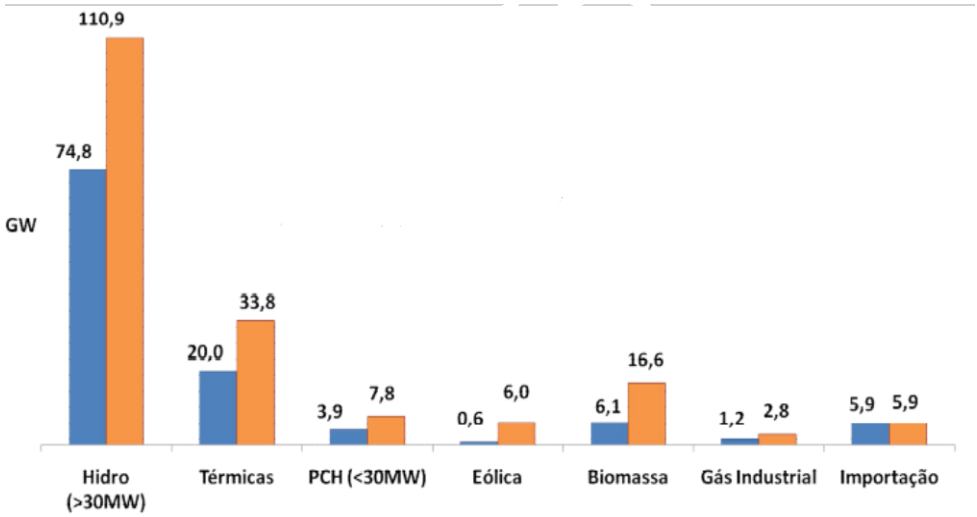


Gráfico 11: Expansão matriz elétrica por fontes (2009-2019)

Fonte: EPE, 2010ª

II.3.3. Planejamento da Expansão da Oferta de Energia Elétrica

Conforme o artigo 174[218] da Constituição Federal de 1988, a atividade de planejamento é função do Estado. Conforme vimos, através das Leis 10.847 e 10.848 de 2004, estabeleceram-se as bases do planejamento do novo modelo do setor elétrico, autorizando a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e dispondo sobre a comercialização de energia elétrica. Especificamente, o Planejamento da Expansão da Oferta de Energia está sendo regido pelas Resoluções nº 1[219], de 17 de novembro de

[218] Art. 174. Como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

[219] Define o critério geral de garantia de suprimento aplicável aos estudos de expansão da oferta e do planejamento da operação do sistema elétrico interligado, bem como ao cálculo das garantias físicas de energia e potência de um empreendimento de geração de energia elétrica. Em seu art. 2º, a Resolução nº 1 do CNPE define o critério de garantia de suprimento de energia elétrica:
"o risco de insuficiência da oferta de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional não poderá exceder a 5% (cinco por cento) em cada um dos subsistemas que o compõem."

2004 e nº 9[220], de 28 de julho de 2008 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

Com base nestas leis, estabeleceu-se como critério econômico a igualdade entre o Custo Marginal de Operação (CMO) e o Custo Marginal de Expansão (CME)[221], para cada ano no período 2013 a 2019, e como critério de segurança o limite para o risco de insuficiência da oferta de energia elétrica, ou risco de déficit, em 5% dos cenários hidrológicos, em cada subsistema do Sistema Interligado Nacional (SIN).

O Custo Marginal de Expansão (CME) foi estimado com base na média dos preços finais relativos ao conjunto de novos empreendimentos hidrelétricos e termelétricos que negociaram energia nos leilões de compra de energia nova, realizados ao longo do ano de 2008 e dos leilões dos projetos de caráter estratégico[222] (AHEs Santo Antônio e Jirau são exemplos), energia essa a ser entregue às distribuidoras do SIN a partir de 2012. A adoção de tal valor proporciona melhor representação da configuração do sistema a partir de 2013, que terá maior participação de projetos hidrelétricos. O valor adotado para o CME deste ciclo de estudos do PDE foi de R$ 113,00/MWh. A redução desse indicador em relação ao PDE anterior[223] (PDE, 2019) sinaliza uma expansão do parque de geração com maior participação de hidrelétricas, fruto do esforço do governo na retomada do planejamento do setor, o que está permitindo o aumento da oferta da fonte hidráulica no Brasil, de modo consistente com a política de estímulo à participação da fonte renovável na matriz energética.

As estratégias de operação são definidas de forma a manter em equilíbrio a oferta e demanda, por meio do gerenciamento das vazões afluentes e dos volumes armazenados nos diversos reservatórios, e minimizando o consumo de combustíveis das

[220] Define o critério de cálculo das garantias físicas de energia e potência de novos empreendimentos de geração e do planejamento da expansão da oferta de energia elétrica.

[221] No contexto do setor elétrico os preços de eletricidade devem: gerar rendimentos para a companhia de eletricidade; sinalizar quantidades adequadas a serem consumidas e indicar os provedores de serviços de energia o montante de recursos a ser alocado para atender a demanda futura de serviços de eletricidade. A análise econômica demonstra que o preço apropriado que acompanha essas três metas é igual ao custo marginal de longo prazo (CMLP ou CME). Igualando o preço de um bem com o custo marginal das diferentes fontes para aquele bem, estabelece-se uma condição padrão ótima para todos os tipos de análise microeconômica. No caso de um bem intensivo em capital - tal como a eletricidade – distingue-se o custo marginal de curto prazo (CMCP), que é o custo de produzir a próxima unidade sem expandir a capacidade de produção total, e o custo marginal de longo prazo (CMLP) que é o custo de prover um aumento futuro da produção num dado horizonte de tempo, permitindo a expansão e otimização da capacidade. O CMCP é também chamado de custo marginal de operação, cuja abreviação amplamente adotada é CMO. (SOITO, 2002)

[222] Projetos de geração de energia estratégicos, definidos pelo CNPE como tendo prioridade de licitação e implantação, conforme Resoluções CNPE nº04/2007 e nº 01/2008.

[223] No PDE 2008-2017 o CME considerado foi de R$ 146,00/MWh.

térmicas existentes[224]. Desta forma, quando a geração hidrelétrica supera a energia associada às vazões afluentes, o sistema se utiliza da água armazenada para atender sua carga, deplecionando os reservatórios, ou se utilizando de geração térmica. Em situação inversa, ocorre o armazenamento, ou, caso os reservatórios encontrem-se em seu limite superior, observa-se o vertimento. (MACEIRA *et al.*, 1994 *apud* PINHEL, 2000)

Portanto, a estratégia de operação depende fortemente da previsão de vazões, além, logicamente, da demanda e da oferta de energia. Como a decisão tem interdependência espacial (complementaridade entre bacias hidrográficas) e temporal (a decisão de gerar hoje afeta o nível de armazenamento futuro), o problema torna-se bastante complexo, uma vez que o número de reservatórios é elevado (PINHEL, 2000). Considerando a variável afluência, a árvore de decisão para a operação de sistemas hidrotérmicos pode ser apresentada conforme figura 16, apresentada a seguir:

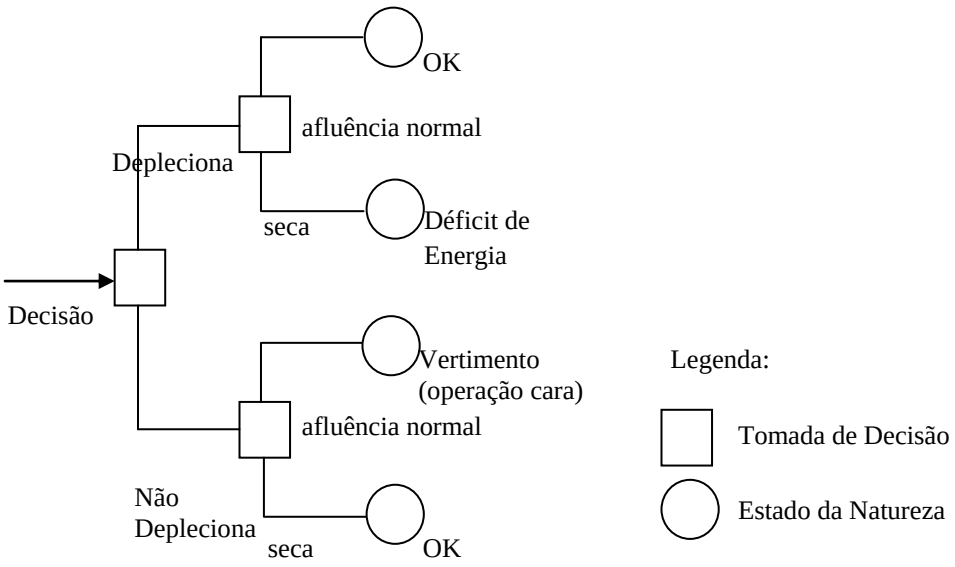


Figura 16: Árvore de decisão para a operação de sistemas hidrotérmicos. Fonte: Adaptado de PINHEL (2000); HORA (2008)

[224] O custo operacional da usina hidrelétrica é muito reduzido, ao contrário da termelétrica. Entretanto, no caso de termelétricas, a flexibilidade de compra de combustível determinará os limites mínimos para a usina ser despachada.

O objetivo da operação de um sistema constituído de usinas hidrelétricas é atender ao mercado ao menor custo possível, o que pode ser expresso por duas diretrizes: minimizar os gastos com combustível, uma vez que este é o componente básico do custo variável de operação; maximizar a eficiência das usinas hidroelétricas, evitando qualquer desperdício e distribuindo a reserva de água de forma a otimizar a produção de energia e a utilização dessa reserva. (ELETROBRAS, 2000)

Em um sistema hidrotérmico, como no caso brasileiro, a operação se torna caríssima, quando se decide turbinar a água para geração - ao invés de acumular em reservatório - e ocorre uma situação de seca. (custo do déficit de energia) Por outro lado, quando se opta pela geração termelétrica em um cenário de vertimento, a operação também encarece, pois se gastou combustível ao invés da água armazenada.

Conforme se observa no procedimento de cálculo da garantia física (Figura 17), são utilizados dois modelos principais: o NEWAVE (modelo de otimização a subsistemas) e o MSUI (modelo de simulação a usinas individualizadas).

O NEWAVE - Modelo Estratégico de Geração Hidrotérmica a Subsistemas Equivalentes – foi desenvolvido pelo CEPEL e utiliza uma metodologia baseada na Programação Dinâmica Dual Estocástica[225] para resolver o problema de minimização do valor esperado do custo de operação do sistema no horizonte de planejamento, dadas as restrições de operação das usinas, a necessidade de atendimento à demanda; e a interdependência temporal e espacial das decisões. (PINHEL, 2000)

O MSUI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas, foi projetado para simular a operação de um sistema constituído de usinas hidráulicas sob diversas condições de carga e hidraulicidade, subordinadas a um conjunto de parâmetros definidores de prioridades, e tem como um de seus principais objetivos, segundo ELETROBRAS (2000), avaliar o comportamento de um sistema em expansão face a projeções de mercado e séries hidrológicas dadas.

O ONS utiliza o MSUI para o cálculo da contribuição individual de cada usina (energia firme) em relação à oferta global de energia assegurada, definida a partir do modelo NEWAVE (BAJAY *et al.*, 2004 *apud* HORA, 2008)

[225] Quando uma variável tem seu valor mudando de maneira incerta com o tempo, diz-se que ela segue um Processo Estocástico que podem ser discretos ou contínuos, conforme a variável aleatória definida no processo seja discreta ou contínua. Um processo estocástico procura representar aleatoriedade, sem entrar no detalhe das razões que causam essa aleatoriedade.[...] A incerteza é modelada através de uma expressão matemática, conhecida como processo estocástico, que descreve a evolução de uma variável incerta com o passar do tempo. (SOITO, 2002, p. 55)

Os montantes de energia elétrica comercializados são lastreados pela garantia física das usinas[226], que são compatíveis com a energia assegurada do sistema, qual seja, a máxima carga que pode ser suprida pelo sistema, sem violar o critério de garantia de suprimento[227]. Desta forma, evita-se que a energia comercializada exceda a capacidade do sistema.

A figura 17 a seguir, apresenta o procedimento de cálculo da garantia física.

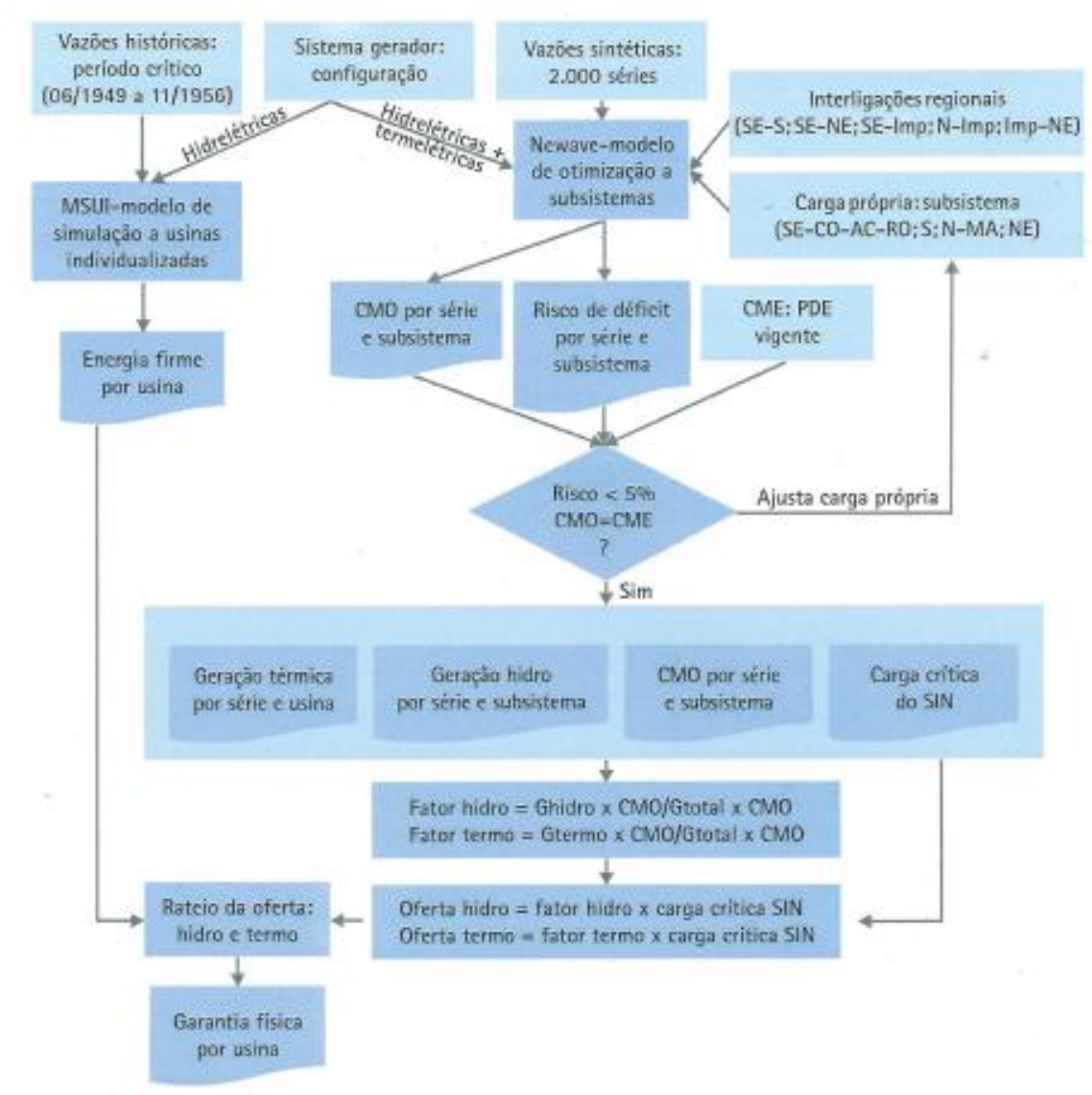


Figura 17: Procedimento de cálculo da garantia física

Fonte: TOLMASQUIM, 2011

[226] A garantia física foi definida no Decreto nº 5.163/2004 e seu cálculo regulamentado pelas Portarias MME nº 303/2004, nº 258/2008, nº 463/2009, nº 735/2010 e nº 861/2010.

[227] Estabelecido na Resolução CNPE nº 1 de 2004.

A primeira parte do procedimento é a determinação da energia assegurada do sistema, também chamada carga crítica, que envolve um processo de ajuste iterativo, levando em conta o critério atual (CMO = CME). Uma vez calculada a carga crítica do sistema, determina-se a garantia física por usina[228]. Este cálculo é realizado por meio de um processo iterativo, que envolve em geral elevado tempo de processamento, até sua convergência, ou seja, até que o critério esteja atendido, a partir de uma estimativa inicial de carga crítica. Em cada processamento, simula-se a operação do SIN, considerando-se duas mil séries sintéticas[229], em duas etapas. A primeira etapa envolve uma simulação a sistema equivalente, utilizando o NEWAVE, a partir de uma configuração estática[230], em que a oferta e a demanda são fixas ao longo do período de estudo (20 anos). A segunda etapa, utilizando o MSUI, compreende o cálculo da energia firme e da garantia física de energia para cada usina hidrelétrica. (adaptado de TOLMASQUIM, 2011)

Operação do MSUI

Segundo HORA (2008), o objetivo da simulação consiste em percorrer todas as séries e anos de simulação operando as usinas ao menor custo, ou seja, tentando fazer com que a energia produzida das usinas seja igual ao mercado especificado com o menor número possível de vertimentos no período de simulação, ou seja, melhor aproveitamento da água.

Para determinar a energia firme, simula-se a operação do sistema e calcula-se a energia hidrelétrica produzida com as vazões do período crítico que, no SIN, vai de junho de 1949 a novembro de 1956. No início da simulação, admite-se que os reservatórios estão cheios. A cada iteração, a partir de uma estimativa inicial, aumenta-se a carga do sistema até que todos os reservatórios se esvaziem, sem reenchimentos

[228] A formulação matemática do processo de cálculo e os passos estão detalhados na portaria MME nº 258/2008.
[229] Segundo WILKS, 1999 *apud* ZANETTI *et al*., 2005, uma série sintética é o resultado da associação de séries de dados reais com números aleatórios produzidos por algoritmos computacionais a fim de gerar seqüências de variáveis aleatórias que se assemelham aos dados climáticos reais.
[230] Segundo TOLMASQUIM (2011), os primeiros dez anos de simulação estática atenuam a influência dos volumes iniciais dos reservatórios. Os cinco anos seguintes servem para o estudo propriamente dito, enquanto os cinco anos finais visam neutralizar o efeito de final de horizonte sobre o custo marginal de operação.

totais intermediários. A energia média produzida por uma hidrelétrica no período crítico do SIN é a energia firme da usina. (TOLMASQUIM, 2011)

Calculadas as energias firmes de cada hidrelétrica, utilizam-se os resultados do NEWAVE para calcular a garantia física por usina, que representa a contribuição de cada usina para a energia assegurada do sistema.

II.4. As Etapas do Planejamento de Aproveitamentos Hidroelétricos

Conforme apresentado na figura, tanto os estudos da matriz energética, como o Plano Nacional de Expansão de Energia (PNE) e o Plano Decenal de Energia Elétrica (PDE) são subsidiados pelos estudos de inventário e viabilidade técnica, econômica e ambiental, elaborados pela EPE e pelos agentes do setor. Estes estudos integram as etapas iniciais do processo de planejamento de novos empreendimentos hidrelétricos.

Na questão da geração hidrelétrica, o processo decisório contempla cinco fases principais, respectivamente, do menor para o maior detalhe: estimativa do potencial hidrelétrico, estudos de inventário, estudos de viabilidade, projeto básico e projeto executivo/construção.

A figura 18 a seguir, apresenta todas as etapas de planejamento e implantação de aproveitamentos hidrelétricos, quais sejam:

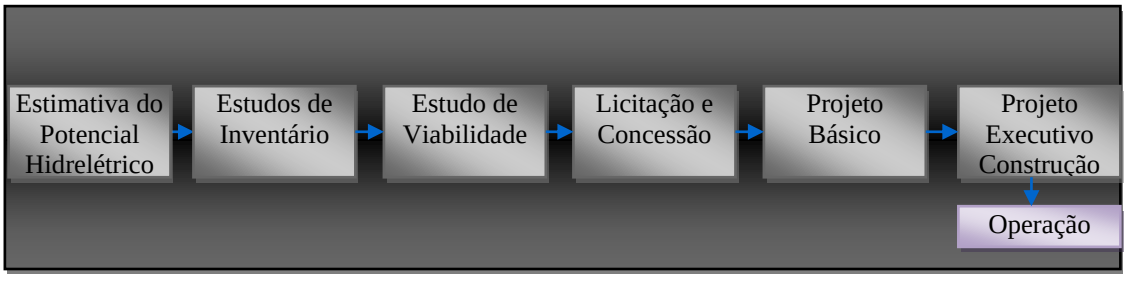


Figura 18: Etapas de planejamento e implantação de aproveitamentos hidroelétricos

Fonte: Elaboração Própria.

II.4.1. Estimativa do Potencial Hidráulico

Nesta etapa é feita uma análise preliminar das características das bacias hidrográficas, especialmente quanto aos aspectos topográficos, hidrológicos, geológicos a partir de avaliações em escritório feitas com dados disponíveis, de forma a se verificar possíveis locais barráveis. Ao término desta etapa, tem-se uma primeira avaliação do potencial, definindo-se o número de locais barráveis; os custos envolvidos e as prioridades para a etapa seguinte. (CEPEL, 2007; HORA, 2008)

II.4.2. Estudos de Inventário Hidroelétrico

Os Estudos de Inventario Hidroelétrico de bacias hidrográficas são conceituados como a etapa do planejamento em que se define o potencial hidroelétrico de uma bacia hidrográfica, mediante o estudo de divisão de quedas e a definição prévia do aproveitamento ótimo. Entende-se por aproveitamento ótimo, todo potencial definido em sua concepção global pelo melhor eixo do barramento, arranjo físico geral, níveis de água operativos, reservatório e potência, integrante da alternativa escolhida para divisão de quedas de uma bacia hidrográfica, conforme o art. 5º da Lei nº 9.074, de 1995.

A Resolução nº 398, de 21 de setembro de 2001, da ANEEL, define os requisitos gerais para a apresentação dos estudos, as condições e os critérios específicos para análise e comparação de Estudos de Inventários Hidroelétricos, visando à seleção de estudos concorrentes.

É na etapa dos estudos de inventário hidrelétrico que são analisadas as diversas alternativas de divisão de quedas do conjunto de projetos (Figura 19), através de estudos básicos cartográficos, hidrometeorológicos, energéticos, geológicos e geotécnicos, socioambientais e de usos múltiplos de água[231].

[231] Para tanto, deve-se tomar como base [...] especialmente: a) as estimativas de usos consuntivos da água elaborados pela Agencia Nacional de Águas (ANA) e pelos demais órgãos estaduais outorgantes de recursos hídricos; b) o Plano Nacional de Recursos Hídricos, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos e os planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas; c) os planos diretores de desenvolvimento integrado, programas de irrigação, estudos de navegação, de controle de cheias e de abastecimento da

Complementando-se os dados secundários com informações de campo, define-se, então, a melhor partição de quedas que, no conjunto propicie um melhor equilíbrio entre os custos de implantação, benefícios energéticos e impactos socioambientais. (CEPEL, 2007)

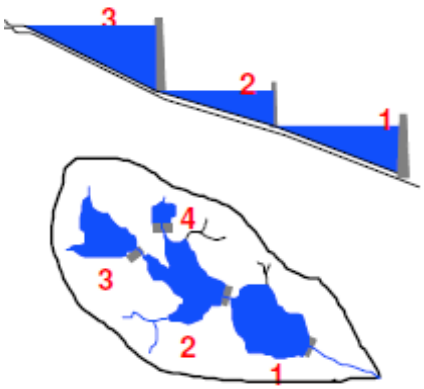


Figura 19: Partição de Quedas

Fonte: CEPEL, 2007a

Ao final desta etapa, tem-se como resultado, um conjunto de aproveitamentos hidrelétricos com suas principais características, além de definidos seus índices custo/benefício e socioambientais. Ademais, faz parte dos Estudos de Inventario submeter os aproveitamentos da alternativa selecionada a um estudo de Avaliação Ambiental Integrada (AAI)[232] de forma a subsidiar o processo de licenciamento ambiental. Destaca-se, ainda, que a necessidade de compatibilização dos estudos socioambientais com a AAI foi incluída em 2007, por ocasião da revisão do Manual de Inventário Hidrelétrico publicado em 1997.

Neste sentido, cabe apresentar a evolução dos manuais de inventário hidrelétrico utilizados no Brasil, com destaque para a consideração dos aspectos socioambientais nos mesmos.

água humano, animal e industrial; d) os usos não consuntivos, tais como turismo, lazer, preservação cênica e áreas de proteção ambiental, procurando-se obter um retrato realista e compatibilizado das possibilidades de desenvolvimento da bacia.(CEPEL, 2007)

[232] Nos Estudos de Avaliação Ambiental Integrada (AAI) são avaliadas as condições de suporte dos meios natural e antrópico sob a ótica de sua capacidade em receber o conjunto dos aproveitamentos hidroelétricos que compõem a alternativa de divisão de queda selecionada.

II.4.2.1. Dos Estudos CANAMBRA ao Manual de Inventário Hidroelétrico de 2007

Conforme já apresentado neste capítulo, a primeira sistematização do reconhecimento e hierarquização do potencial hidráulico das bacias hidrográficas brasileiras foi realizada pelo Consórcio CANAMBRA *Consulting Engineers Ltd*,. Os estudos visavam, principalmente, propor soluções para os problemas de fornecimento de energia elétrica para as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo.

Para a elaboração de estudos de inventário para o Comitê Centro-Sul e Comitê Sul, o consórcio CANAMBRA precisou contar com apoio de técnicos e profissionais brasileiros, nem todos com experiência nessas atividades. Por isso, empregou, segundo SUGAI *et al.* (2008):

(i) uma série de orientações, critérios e procedimentos para pré-dimensionamentos e quantificações, que conduziu a resultados consistentes, homogêneos e que permitiu hierarquização de aproveitamentos entre si mesmo tendo sido executados por profissionais diferentes e sem a experiência desejada, e

(ii) um conjunto de ábacos, em cópias heliográficas, que permitiu a rápida quantificação de serviços de obras civis de forma sistematizada

De fato, estes estudos forneceram importantes contribuições para promover o planejamento do setor, subsidiando os planos de desenvolvimento econômico do país.

A Eletrobrás, criada em 1962 para planejar e coordenar o setor elétrico brasileiro, assumiu gradativamente o papel de *holding* durante a década de 60, passando a coordenar os estudos de potencial hidrelétrico das bacias hidrográficas. Assim, em 1977 é publicado o "Manual de Instruções para Estudos de Inventário de Bacia Hidrográfica para Aproveitamento Hidrelétrico", sendo o primeiro de uma série de quatro. Os outros três, publicados respectivamente em 1984, 1997 e 2007.

O "Manual de Instruções para Estudos de Inventário de Bacia Hidrográfica para Aproveitamento Hidrelétrico de 1977" (Manual de 1977), acompanhado do "Manual de Custos para Estudos Preliminares de Inventário de Bacia Hidrográfica", ambos produzidos pela ENGEVIX S.A[233], estabeleceu as diretrizes julgadas necessárias à

[233] Empresa de engenharia consultiva fundada em 1965, prestando serviços na elaboração de estudos, de projetos, no gerenciamento de obras e em empreitadas integrais. (*Engineering Procurement Construction* - EPC).

época para a construção de estudos sobre o potencial hidrelétrico de bacias hidrográficas e respectivo inventário de aproveitamento, e os manuais subsequentes apresentaram revisões importantes que buscaram incorporar os avanços empreendidos pela legislação brasileira, especialmente em relação aos aspectos ambientais e sociais, procurando sempre alcançar um planejamento mais eficiente. (adaptado de IVIG, 2009b)

Manual de 1977

O primeiro[234] "Manual de Instruções para Estudos de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas para Aproveitamento Hidrelétrico"[235] foi publicado pela ELETROBRÁS em 1977 e incorporou a experiência dos estudos realizados para o Comitê Centro-Sul. Este manual impulsionou de forma significativa os estudos para exploração do potencial hidrelétrico.

Segundo SUGAI *et al.* (2008), esse trabalho de criação de bibliografia básica para apoio e ferramentas computacionais na elaboração de estudos de aproveitamentos hidrelétricos havia iniciado antes com:

(i) os modelos de simulação de operação de usinas, inicialmente com sistema equivalente e posteriormente com usinas individualizadas (MSUI), escritas em linguagem Fortran para mainframes, no início da década de 70; e

(ii) as "Descrições e Instruções para Aplicação das Contas do Orçamento Padrão Eletrobrás de Usinas Hidrelétricas", preparadas pela ENGEVIX sob a coordenação da Eletrobrás, com a colaboração de diversas empresas, e publicadas em 1976; elaboradas para possibilitar a correta apresentação de orçamentos elaborados segundo o padrão introduzido anteriormente pela Eletrobrás junto às diversas empresas de energia elétrica.

O Manual de 1977 foi estruturado em três partes, quais sejam:

[234] O manual de inventário disponibiliza um conjunto de critérios, procedimentos e instruções de forma que os resultados dos estudos de inventário de diversas bacias sejam homogêneos e comparáveis entre si, mesmo que desenvolvidos por autores diversos ou distantes no tempo.

[235] Este manual dividiu os "Estudos de Planejamento e Engenharia" necessários à implementação de uma usina hidrelétrica em quatro etapas, a saber: Inventário, Viabilidade, Projeto Básico e Projeto Executivo.

I. Metodológica. Nesta parte são apresentados os procedimentos para determinar a melhor divisão da queda natural dos rios e as principais características dos aproveitamentos.

II. Técnica. Nesta parte são apresentados todos os aspectos técnicos de serviços e equipamentos ligados às barragens, turbinas e geradores, incluindo cálculos de potência, dimensionamento das estruturas e equipamentos e quantidade prevista de material.

III. Parte de Custos. Nesta parte apresenta-se a forma de avaliação dos custos de serviços e equipamentos previstos na etapa anterior.

À época, vários pré-dimensionamentos e quantificações constantes do Manual de 1977 foram sistematizados em forma de programas computacionais em calculadoras programáveis de bolso e posteriormente em mainframe.

Destaca-se, neste manual, a indicação para levantamento de dados ecológicos e socioeconômicos no item "Coleta de dados" da parte metodológica, entretanto, não há nenhuma referência específica quanto à natureza dos dados a serem coletados. De forma geral, os dados previstos para a construção do inventário são voltados aos aspectos técnicos de potencial energético, orçamento, operação e manutenção.

Em que pese a pouca importância dada aos itens socioambientais no processo de tomada de decisão e a pouca estrutura de coleta e armazenamento de dados ambientais e socioeconômicos, de fato, não se pretendeu desenvolver um diagnóstico mais detalhado e uma análise mais crítica do quadro socioeconômico e, menos ainda, ambiental da bacia hidrográfica.

Contudo, é importante ressaltar que o manual encontra-se de acordo com a evolução das discussões da questão ambiental no país à época, uma vez que somente a partir da década de 80, que o processo de licenciamento ambiental ganhou forma no Brasil.

Manual de 1984

Um ano antes, em 1983, é publicado o manual "Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos", que ficou conhecido como Manual de Viabilidade.

Em 1984, é lançada a revisão do Manual de Inventário de 1977, enriquecendo as orientações e incorporando grandes avanços na área de pré-dimensionamentos de estruturas e na de estimativas de custos, entretanto, segundo SUGAI *et al.* (2008), assemelhou-se mais ao Manual de Viabilidade, que ao Manual de Inventário de 1977.

O Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas de 1984 foi realizado pela ELETROBRÁS, através de um contrato com a Mildar Kaiser Engenharia S.A., que preparou um documento básico de trabalho, consolidado pelas equipes técnicas de diversos departamentos da Eletrobrás, do DNAEE e de sete empresas do Setor Elétrico. (IVIG, 2009b)

Neste manual, os estudos de planejamento da expansão do sistema de geração consideraram três horizontes de tempo em função das decisões a serem tomadas, a saber: Longo prazo (15 a 30 anos), Médio prazo (10 a 15 anos) e curto prazo (10 anos). Também foi incorporada uma etapa[236] no planejamento da expansão, anterior ao inventário hidrelétrico; e dividida a metodologia em duas fases: estudos preliminares e estudos finais de inventário.

Ressalta-se a existência dos itens "Estudos Socioeconômicos e Ambientais" e "Usos Múltiplos da Água" nos estudos finais. Destaca-se, ainda, a indicação de não se considerar nos estudos energéticos, parcelas de vazão e queda comprometidas com outros usos, caso haja determinação legal específica. (adaptado de IVIG, 2009b)

Manual de 1997

O grande descompasso entre o manual de inventário e a legislação ambiental motivou uma nova revisão. Esse trabalho foi coordenado pela ELETROBRÁS, contando com a experiência de suas subsidiárias, de concessionárias estaduais de energia elétrica, de consultores independentes e do então Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), vinculado ao Ministério de Minas e Energia (MME).

O manual de 1997, elaborado a partir do manual de1984 e do Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico de 1991 teve como principal inovação[237] a introdução

[236] Estimativa do potencial hidrelétrico, realizada em escritório.

[237] A revisão consistiu nas seguintes atividades: (i) incorporação de metodologia e critérios para consideração e análise dos aspectos ambientais; (ii) automatização de procedimentos para dimensionamento, quantificação e obtenção de custos através de planilhas eletrônicas; (iii)

do critério multiobjetivo[238] para seleção da melhor alternativa de divisão de quedas: maximização da eficiência econômico-energética e minimização dos impactos ambientais negativos.

Para auxiliar os estudos energéticos, socioambientais e a seleção da melhor alternativa de divisão de quedas foi desenvolvido pelo CEPEL, o Sistema SINV.

Segundo COSTA *et al.* (2009), o Sistema SINV – Sistema para Estudos de Inventário Hidroelétrico é uma ferramenta computacional de auxílio aos Estudos Energéticos, Socioambientais e à análise multiobjetivo para seleção da melhor alternativa dos Estudos de Inventário Hidroelétrico de bacias hidrográficas.

Destaca-se, ainda, que até 2001, segundo CCPE (2002) o Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas de 1997, não foi adequadamente incluído na Resolução ANEEL 398/01, Art. 5º. O fato do Manual estar vinculado à norma setorial permitiu que os estudos viessem a ser desenvolvidos pelos interessados sem atender, adequadamente, aos conteúdos do mesmo. No que se refere aos aspectos ambientais, esta omissão induziu a realização de estudos e projetos inadequados, tornando-os questionáveis pelos órgãos ambientais, órgãos responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos e pela sociedade. Por estas razões, o CCPE, através do Comitê Técnico para Estudos Socioambientais (CTSA) recomendou fortemente que o manual fosse parte integrante das normas setoriais.

Manual de 2007

Mesmo incorporando diversos aspectos ambientais de forma a se identificar os respectivos impactos ambientais, o Manual de Inventário de 1997 ficou defasado rapidamente por conta, principalmente[239], da aprovação da Lei nº 9.433 aprovada no mesmo ano, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Sistema

---

disponibilização de um sistema de programas, SINV 2.2, para os estudos energéticos de acordo com os procedimentos do Manual, considerando um cenário de usos múltiplos da água (iv) atualização dos preços unitários; e (v) incorporação de metodologia de suporte ao enfoque multiobjetivo na seleção de alternativas de divisão de queda.

[238] SOUZA (2000) compara a metodologia desenvolvida pelo CEPEL à época com outra abordagem.

[239] Destacam-se ainda, a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) através da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000; a adoção de Avaliação Ambiental Integrada (AAI) em 2004, como parâmetro de licenciamento para aproveitamentos de estudos de inventário; criação da ANEEL através da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996; criação da EPE através da Lei nº 10.847, 15 de março de 2004 e a nova reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro através da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004.

Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e ainda, definiu como um dos instrumentos da política, os Planos de Recursos Hídricos.

Neste sentido, no início de 2005, o Ministério de Minas e Energia (MME) decidiu coordenar o processo de revisão dos critérios e metodologias do Manual de Inventário de 1997, reunindo instituições e empresas do Setor Elétrico Brasileiro, órgãos ambientais e Associações de Classe, para revisitar o Manual de Inventário Hidrelétrico publicado em 1997, tendo com foco principal, as questões socioambientais e de usos múltiplos da água[240], adotando a Avaliação Ambiental Integrada (AAI)[241] como instrumento complementar aos estudos do potencial hidroelétrico de bacias e adequando o Sistema SINV.

O CEPEL foi contratado para coordenação e consolidação do Manual, sob a supervisão do MME, com o apoio do Banco Mundial (Projeto ESTAL[242]). A figura 20 apresenta a estrutura de participação dos agentes envolvidos (divididos em Grupo Núcleo[243], Grupo Executivo[244] e Grupo Consultivo[245]) e a separação do grupo executivo em cinco subgrupos temáticos, quais sejam: Institucional, Socioambientais, Recursos Hídricos, Energéticos e Engenharia.

[240] Necessidade de compatibilização com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

[241] Quando do processo de licenciamento ambiental do aproveitamento hidrelétrico de Barra Grande, cabe lembrar que foi assinado em 2004, um Termo de Compromisso entre IBAMA, Energética Barra Grande S.A. (BAESA), MME, MMA, Advocacia Geral da União (AGU) e Ministério Público Federal (MPF) onde se estabelecia as diretrizes gerais para elaboração do Termo de Referência para Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dos Aproveitamentos Hidrelétricos localizados na bacia do rio Uruguai (AAI da Bacia do Rio Uruguai) definindo ainda, a metodologia a ser utilizada. (Adaptado de SUGAI *et al.*, 2008)

[242] Desde 1994, o Ministério de Minas e Energia contratou o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) para fazer a revisão do Manual, que nesta revisão, recebeu o apoio do Banco Mundial, por meio do projeto ESTAL (*Energy Sector Technical Assistance Loan*). (ELETRONORTE, 2008)

[243] MME, CEPEL, ELETROBRAS, EPE.

[244] MMA, ANA, ANEEL, ELETRONORTE,ELETROSUL, FURNAS, CHESF, COPEL, CESP, e CEMIG.

[245] Fundação Nacional do Índio (FUNAI), Associação Brasileira dos Consultores de Engenharia (ABCE), Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica (ABRAGE), Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Energia Elétrica (APINE), IBAMA, LIGHT, CPFL-Ger, DUKE Energy, Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente.

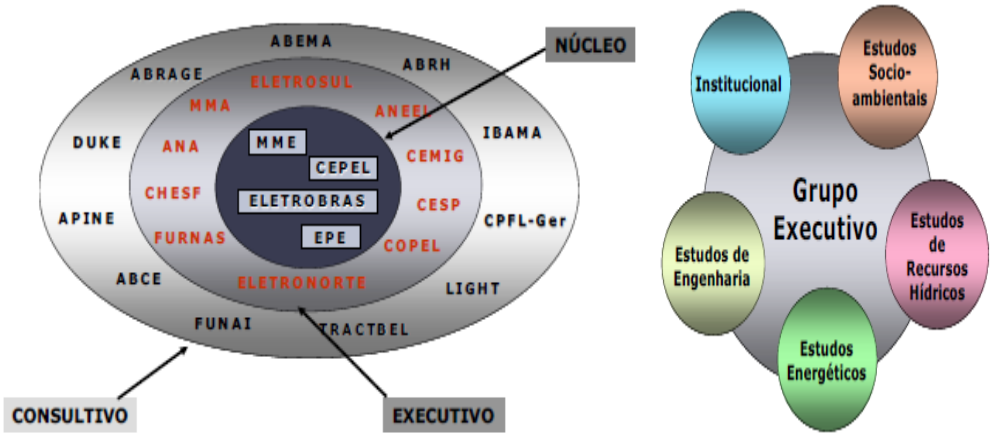


Figura 20: Grupos e Subgrupos de revisão do Inventário Hidroelétrico

Fonte: CEPEL, 2007

O Manual de Inventario de 2007 incorporou os seguintes itens:

- Metodologia e critérios dos Estudos Socioambientais compatibilizados com a Avaliação Ambiental Integrada (AAI).
- Capítulo para análises específicas relacionadas a AAI da alternativa escolhida nos Estudos Finais.
- Metodologia e critérios para consideração nos Estudos Finais, dos potenciais impactos socioambientais positivos, provenientes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.
- Melhor caracterização dos cenários de usos múltiplos da água sobre o qual deverá ser feita a avaliação energética das alternativas à luz do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).
- Atualização dos procedimentos (planilhas/gráficos) para dimensionamento, quantificação e obtenção de custos.
- Alteração da metodologia multiobjetivo na seleção de alternativas de divisão de queda nos Estudos Finais de forma a incorporar os impactos socioambientais positivos.
- Atualização do programa SINV – Sistema para Estudos de Inventários Hidrelétricos – que realiza os estudos energéticos e socioambientais de acordo com os procedimentos do Manual.

Conforme se verificou e segundo afirma COSTA *et al.* (2009), o planejamento do aproveitamento dos recursos hidroelétricos do país vem sendo feito através de uma seqüência de estudos que considera horizontes temporais abrangentes e aproximações sucessivas até a tomada de decisão efetiva. Os Estudos de Inventário Hidroelétrico constituem uma das fases iniciais deste processo, sendo precedido apenas pelos Estudos de Reconhecimento do Potencial Hidrelétrico e pelos Estudos de Longo Prazo.

Desta forma, cabe aos estudos de inventário oferecer um elenco de aproveitamentos para ser incluído no planejamento da expansão do sistema elétrico e nos programas de estudos de viabilidade. A carteira de aproveitamentos hidrelétricos resultantes dos estudos de inventário sinaliza, através de custos marginais de expansão, a direção a seguir nos planos de longo prazo do Setor Elétrico Brasileiro, conforme o recente Plano Nacional de Energia 2030 (PNE-2030). Destaca-se, ainda, que o Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas está em consonância com as diretrizes do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

Portanto, o manual traz um conjunto de aproveitamentos, suas principais características, índices custo/benefício e índices socioambientais. Conforme já destacado, faz parte dos Estudos de Inventário submeter os aproveitamentos selecionados a um estudo de Avaliação Ambiental Integrada visando subsidiar os processos de licenciamento. Estes aproveitamentos passam então a ser incluídos no elenco de aproveitamentos inventariados do país, passíveis de compor os planos de expansão anteriormente descritos. No atual momento, o novo modelo do Setor Elétrico Brasileiro - que teve sua reestruturação iniciada em 1995 e ajustada em 2004[246] - ainda sofre ajustes, destacando-se como principal agente deste planejamento, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que tem feito grande esforço no sentido de adequar o planejamento da expansão de energia às demandas socioambientais crescentes.

De maneira geral, os principais aprimoramentos na questão socioambiental, foram:

- elaboração do cenário de usos múltiplos da água (horizonte compatível com o do PNRH).
- incorporação da AAI;

[246] A Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, autoriza a criação da EPE, estabelecendo em seu Art. 2º que ela tem por finalidade prestar serviços na área de estudos destinados a subsidiar o planejamento do setor energético. Ademais, o Decreto nº 5.184, de 16 de agosto de 2004, estabelece em seu Art. 6º que compete à EPE, entre outras atribuições, (i) identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos e (i) realizar estudos para a determinação dos aproveitamentos ótimos dos potenciais hidráulicos.

- incorporação de metodologia para avaliação de impactos socioambientais positivos nos Estudos Finais.
- redefinição do critério básico para a seleção da melhor alternativa de divisão de quedas nos Estudos Finais: *"Maximização da eficiência econômico-energética, em conjunto com a minimização dos impactos socioambientais negativos, levando-se em conta os impactos positivos oriundos da implantação dos aproveitamentos hidroelétricos na bacia".*

Cabe lembrar, que os estudos de Inventário podem ser elaborados por qualquer pessoa física ou jurídica, em que pese a atribuição da EPE, bastando para tanto solicitar registro à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)[247].

II.4.3. Estudos de Viabilidade e o Leilão para Concessão

Os estudos de viabilidade são posteriores aos estudos de inventário. Nesta etapa, é definida a concepção global de uma usina[248], sua otimização energética, técnico-econômica e ambiental, mediante a elaboração dos Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica (EVTE) [249] e dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), com avaliação de seus benefícios e custos associados. (Adaptado de ANEEL, 2011; HORA, 2008)

A etapa de viabilidade tem grande importância dentro do processo de implantação de aproveitamentos hidrelétricos, por anteceder ao leilão de concessão e por envolver o início da etapa de licenciamento ambiental junto ao órgão ambiental pertinente.

Por esse motivo, o detalhamento das etapas de planejamento acopladas ao licenciamento ambiental será abordado no detalhe, no item II.4.5.

[247] A Resolução ANEEL nº 393, de 4 de dezembro de 1998, estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação dos estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas.
[248] Aproveitamento hidrelétrico da alternativa de divisão de queda escolhida na etapa de inventário.
[249] Incluindo seu dimensionamento final, a definição do melhor eixo de barramento, arranjo geral, níveis d'água operativos, quedas, volume do reservatório, potência a ser instalada, número e tipos de unidades geradoras.

II.4.4. Projeto Básico e Projeto Executivo

A etapa de Projeto Básico consiste no detalhamento do aproveitamento, de acordo com a concepção definida na etapa de viabilidade, com a elaboração do seu orçamento final e a definição das obras civis e dos equipamentos eletromecânicos visando às respectivas licitações, adjudicação e a construção da usina. HORA (2008)

Na etapa de Projeto Executivo é feito o detalhamento do Projeto Básico em nível construtivo, com a elaboração dos desenhos, detalhamentos das obras civis e dos equipamentos eletromecânicos necessários à execução da obra e montagem dos equipamentos.

Destaca-se, ainda, que os estudos de dimensionamento energético concentram-se nas fases de Inventário Hidrelétrico e Estudos de Viabilidade.

II.4.5. O Rito Processual e o Licenciamento Ambiental

De forma a facilitar a compreensão, às etapas de planejamento e implantação de aproveitamentos hidrelétricos, foram acrescidas as etapas do licenciamento ambiental e do órgão de recursos hídricos (Figura 21).

Alguns programas do PPA 2012-2015 (Plano Plurianual) do Governo Federal também foram listados. Conforme já destacado, verifica-se que o planejamento do setor elétrico se insere no planejamento do país.

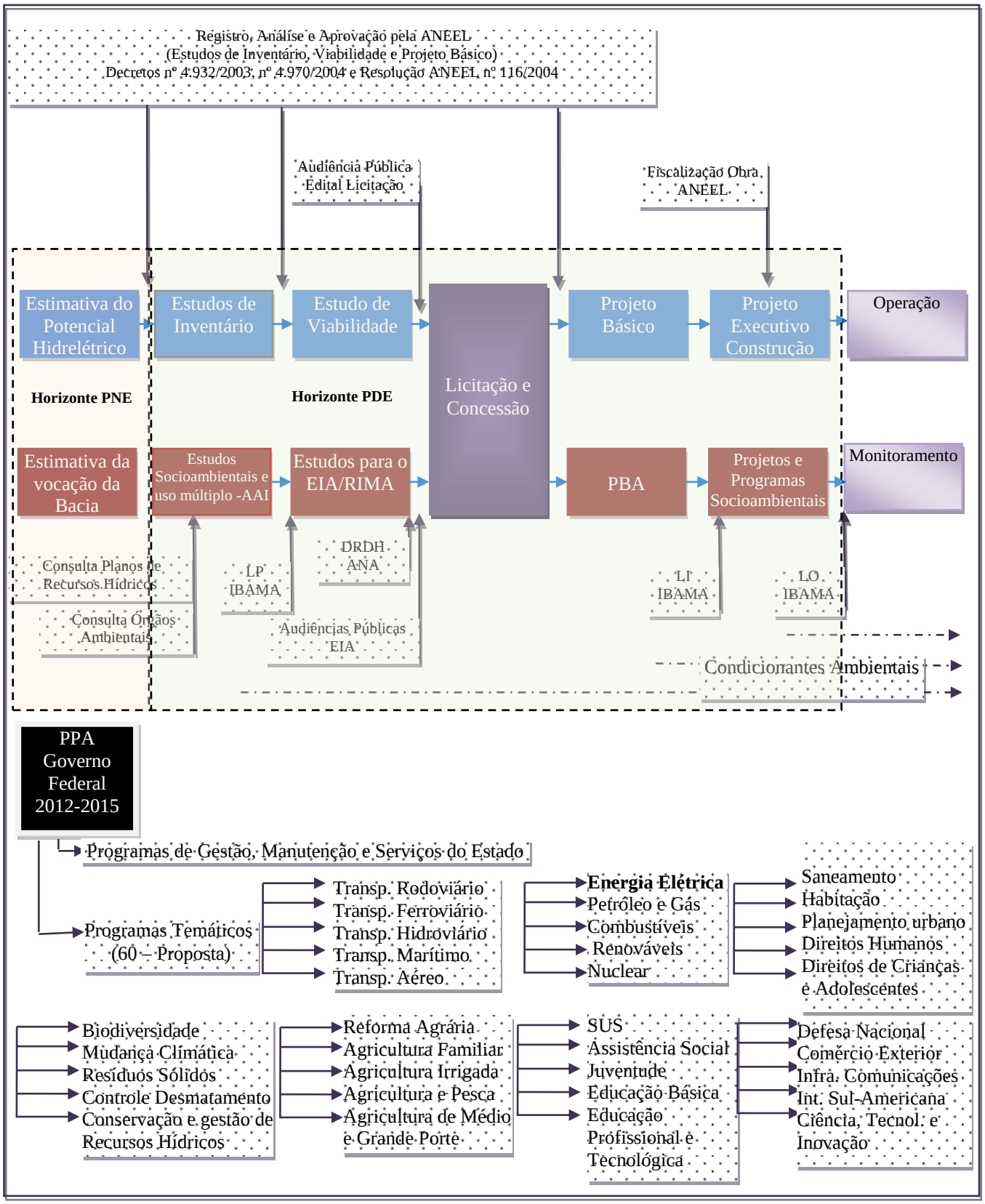


Figura 21: Etapas de planejamento e implantação de aproveitamentos hidrelétricos

Fonte: Elaboração própria.

As principais diretrizes para a execução do licenciamento ambiental estão expressas na Lei 6.938/81[250] e nas Resoluções CONAMA nº 001/86[251] e nº 237/97[252]. Além dessas, o Ministério do Meio Ambiente emitiu em 2004, o Parecer nº 312/CONJUR/MMA/2004, que discorre sobre a competência estadual e federal para o licenciamento, tendo como fundamento a abrangência do impacto.

No referido parecer, no que diz respeito à competência para realizar o licenciamento ambiental, conclui-se:

a) o meio ambiente é bem de uso comum do povo, não sendo de propriedade da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios. A preservação do meio ambiente interessa a toda coletividade, não apenas às entidades políticas;

b) o licenciamento ambiental é um procedimento de controle prévio das atividades potencialmente causadoras de impacto sobre o meio ambiente. Desta feita, o licenciamento ambiental não concede o direito à exploração de bens de titularidade do Poder Público;

c) cabe ao Poder Público no ato da concessão do direito de explorar bens de titularidade zelar seu domínio. A concessão/permissão de tal uso de bem do Poder Público não autoriza o cessionário a violentar as leis que preservam a natureza.

d) a titularidade do bem afetado pela atividade ou empreendimento não define a competência do membro do SISNAMA para realização do licenciamento ambiental. Tal critério contraria o art. 10 da Lei nº 6.938/81 e as disposições do CONAMA sobre o tema;

e) o critério para definição do membro do SISNAMA competente para a realização do licenciamento ambiental deve ser fundado no alcance dos "impactos ambientais" da atividade ou empreendimento, conforme o regrado pela Resolução CONAMA nº 237/97.

De fato, o licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente e possui como uma de suas mais expressivas características a

[250] Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
[251] Estabeleceu as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.
[252] Dispôs sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

participação social na tomada de decisão, por meio da realização de Audiências Públicas como parte do processo.

Essa obrigação é compartilhada pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente e pelo IBAMA[253], como partes integrantes do SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente), conforme definido na Resolução CONAMA nº 237/97.

Durante todo o processo de viabilização de uma usina hidrelétrica são necessários três tipos de licenciamento ambiental: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI), e Licença de Operação (LO). De acordo com a legislação vigente, a LP deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento. Essa licença não autoriza a instalação do projeto, apenas aprova sua viabilidade ambiental e autoriza sua localização e concepção tecnológica. Além disso, estabelece as condições a serem consideradas nas fases subseqüentes do projeto. A LI autoriza o início da obra ou instalação do empreendimento, enquanto a LO deve ser solicitada antes de sua entrada em operação, pois é essa licença que autoriza o início de seu funcionamento comercial. (ANEEL, 2011)

Segundo ANA (2005)[254] *apud* HORA (2008) e conforme ANEEL (2011), o processo de implantação de aproveitamentos hidrelétricos deve cumprir as seguintes etapas:

1. Registro pela ANEEL[255] [256] [257], dos estudos de inventário.
2. Elaboração do inventário hidrelétrico da bacia. Depois de concluídos os estudos de inventário, a ANEEL concede registro aos interessados para autorizar o desenvolvimento de estudos de viabilidade técnica e econômica.
3. Elaboração do estudo de viabilidade. Paralelamente, são realizados também os estudos socioambientais, que fazem parte do processo de licenciamento

[253] O IBAMA atua, principalmente, no licenciamento de grandes projetos de infra-estrutura que envolvam impactos em mais de um estado e nas atividades do setor de petróleo e gás na plataforma continental.
[254] Instrução Normativa do IBAMA nº 65 de 13 de abril de 2005.
[255] Os Estudos de Inventario podem ser realizados por quaisquer interessados, após seu registro junto à ANEEL. Os procedimentos gerais para registro e aprovação destes estudos são estabelecidos por meio da Resolução nº 393, da ANEEL, de 4 de dezembro de 1998, que reconhece o direito a ressarcimentos dos custos incorridos, caso os aproveitamentos identificados no Estudo de Inventário venham a integrar programa de licitações de concessões. Os procedimentos sobre a demonstração dos gastos com o desenvolvimento de estudos ou projetos de aproveitamentos hidroelétricos e a regulamentação da remuneração incidente sobre estes valores são definidos pela Portaria DNAEE no 40, de 26 de fevereiro de 1997. (ELETROBRAS, 2007)
[256] Conforme o estabelecido nos Decretos nº 4.970/2004, nº 4.932/2003 e na Resolução Normativa ANEEL nº 116/2004. (ANEEL, 2011)
[257] Na hipótese do recebimento de mais de um inventário, a seleção para aprovação será realizada considerando-se o que reza a Resolução nº 398, de 21 de setembro de 2001.

ambiental[258] junto ao órgão competente (IBAMA ou Órgãos Estaduais de Meio Ambiente). É também nesta etapa, que deve ser obtida a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) junto aos órgãos gestores de recursos hídricos (ANA ou órgãos estaduais). Conforme já apresentado, cabe à EPE, obter a Licença Prévia (LP) e a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) junto ao órgãos pertinentes[259].

a. Emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica pela ANA.
b. Emissão da licença prévia pelo IBAMA ou órgão ambiental estadual.

4. Licitação[260] de compra de energia com outorga de concessão de uso de bem público pela ANEEL

a. A ANEEL, então, propõe a minuta[261] do edital de licitação, de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo MME. O processo de divulgação do edital se dá com a aprovação da minuta pela diretoria colegiada e inclusão da proposta em processo de Audiência Pública, para proporcionar ampla divulgação e coletar contribuições de agentes do setor elétrico e da sociedade. Destaca-se que consta do edital, o valor[262] a ser ressarcido ao futuro concessionário, pelos estudos de inventário e de viabilidade, incluindo os gastos com os estudos socioambientais referentes ao processo de licenciamento ambiental.
b. Após sua aprovação, o edital é publicado, definindo as datas de divulgação do manual de instruções, da reunião de esclarecimentos técnicos e de treinamento da sistemática do leilão, além do local e

[258] A Diretoria de Licenciamento Ambiental é o órgão do IBAMA responsável pela execução do licenciamento em nível federal. De forma a agilizar os trabalhos e as comunicações inerentes ao processo de licenciamento ambiental e permitir maior visibilidade e transparência, a Diretoria de Licenciamento Ambiental vem envidando esforços para disponibilização: (i) dos módulos de abertura de processo; (ii) da atualização de dados técnicos do empreendimento; (iii) da solicitação de licença; (iv) do envio de documentos e boletos de pagamento de taxas do licenciamento de forma *on line*. Pretende-se que o sistema informatizado auxilie as atividades de licenciamento. (IBAMA, 2011)

[259] Por vezes, a LP é obtida pelo empreendedor e a DRDH pela ANEEL.

[260] Cabe ao Ministério de Minas e Energia (MME) avaliar o empreendimento de forma a considerá-lo apto a ser licitado, definindo o tipo de leilão pelo qual será negociada a concessão e também vendida a energia. Estas diretrizes são definidas através de portaria ministerial.

[261] Sugerindo a data do leilão, as formas de contratação da energia a ser ofertada e a data de entrada em operação da usina.

[262] Este valor é objeto de auditagem pela ANEEL. Os documentos finais são disponibilizados na página eletrônica da agência (www.aneel.gov.br) e publicados no Diário Oficial da União.

do dia do depósito de garantias financeiras. O cronograma traz também os passos posteriores à realização do leilão[263], como a data de assinatura dos Contratos de Compra de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR) dos empreendimentos que detêm a outorga de concessão. (ANEEL, 2011)

5. Contrato de concessão para geração de energia elétrica, firmado entre a ANEEL e o Concessionário.
    a. O vencedor do processo licitatório deve apresentar o projeto básico para aprovação da ANEEL, em conformidade com as características definidas no contrato de concessão e no edital de licitação, respeitando as condicionantes estabelecidas no processo de licenciamento ambiental e na Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica.
6. Aprovação do projeto básico do aproveitamento hidrelétrico pela ANEEL.
    a. A aprovação do projeto básico tem como pré-condições a obtenção da Licença Ambiental de Instalação (LI)[264] e da Outorga de Uso da Água, que dá sequência à DRDH obtida na etapa anterior (ANEEL, 2011)
7. Emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos pela ANA.
8. Emissão da licença de instalação[265] pelo IBAMA ou órgão ambiental estadual.
9. Emissão da licença de operação, após a construção do empreendimento, pelo IBAMA ou órgão ambiental estadual.

II.5. Aproveitamentos Hidroelétricos no Mundo e no Brasil

O uso da energia é essencial para a satisfação das necessidades humanas. Ao longo dos séculos, o homem aprendeu a utilizar as fontes de energia disponíveis na

[263] Trata-se de um leilão descendente, onde ganha a concessão quem oferecer a menor tarifa de energia, cujo preço-teto é definido pelo MME.
[264] A empresa vencedora do leilão deverá solicitar ao órgão ambiental a Licença de Instalação (LI) para poder iniciar a construção e, posteriormente, a Licença de Operação (LO) para que a usina possa começar a gerar comercialmente.
[265] A partir do início da construção da usina, a ANEEL passa a acompanhar o cronograma de entrega das obras. A fiscalização é feita in loco. São divulgadas informações referentes ao cumprimento ou não dos prazos previstos, com os motivos do atraso, quando for o caso, além da existência de impedimento judicial e/ou ambiental e a expectativa de entrada em operação. (ANELL, 2011)

natureza para atender às suas necessidades. Hoje, a energia, em suas várias formas, está presente em todas as atividades humanas, seja como serviço essencial à qualidade de vida, seja como um fator de produção que dinamiza o desenvolvimento econômico. (ROVERE e MENDES, 2000)

Em 2008, a geração de energia elétrica no mundo a partir de hidroelétricas, alcançou a marca de 3.288 TWh (11,836 EJ) contra 1.295 TWh (4,662 EJ) em 1973 (IEA, 2010), representando um aumento de 254% neste período. Desse percentual, grande parte é decorrente do aumento de produção na China e na América Latina, que acrescentaram 585 TWh (2,106 EJ) e 684 TWh (2,462 EJ), respectivamente (Gráfico 12).

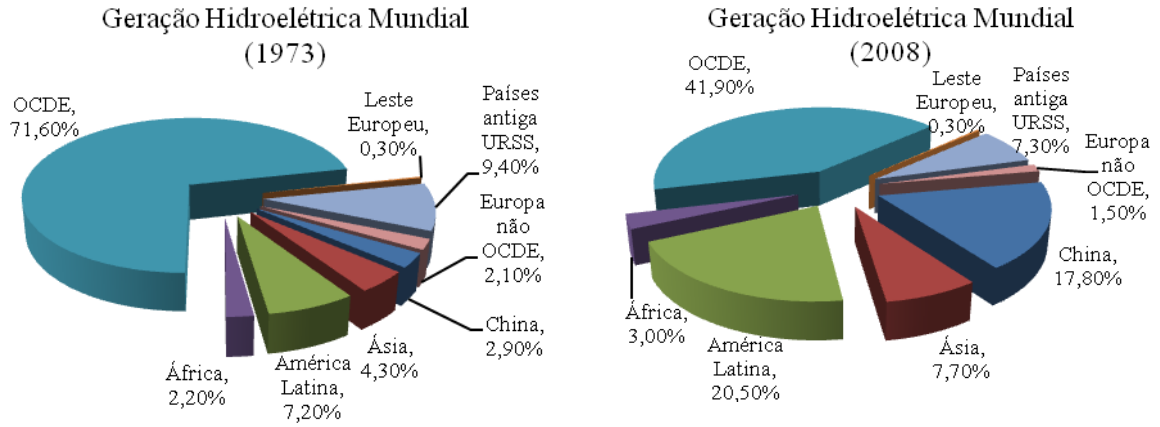


Gráfico 12: Geração Hidroelétrica Mundial (1973 e 2008)
Fonte: Elaborado a partir de IEA (2010)

A hidroeletricidade fornece algum nível de produção em 159 países, entretanto, 5 (cinco) países detém mais da metade da produção hidrelétrica, quais sejam: China, Canadá, Brasil, Estados Unidos e Rússia. A importância da hidroeletricidade na matriz elétrica desses países é, entretanto, diferente (Tabela 8). Se por um lado, Brasil e Canadá são fortemente dependentes desta fonte, com percentuais de participação de 83,9% e 59%, respectivamente, por outro lado, Rússia e China, apresentam 19% e 15,5%, respectivamente, de participação da fonte hidráulica.

País	**Capacidade Instalada GW** (IJHD,2010)
China	200
Brasil	84
Estados Unidos	78,2
Canadá	74,4
Rússia	49,5
Índia	38
Noruega	29,6
Japão	27,5
França	21
Itália	20
Resto Mundo	301,6
Mundo	**926,1**

País	**% de participação da hidroeletricidade na geração elétrica** (IJHD,2010)
Noruega	99
Brasil	83,9
Venezuela	73,4
Canadá	59,0
Suécia	48,8
Rússia	19,0
Índia	17,5
China	15,5
Itália	14,0
França	8,0
Resto do Mundo*	14.3
Mundo	**15,9**

*Excluídos os países sem produção hidrelétrica.

Tabela 8: Maiores Produtores de Hidroeletricidade em Termos de Capacidade Instalada e Participação na Geração Elétrica Doméstica

China, Canadá, Brasil e Estados Unidos detêm juntos, mais de 46% da produção (TWh) de eletricidade no mundo e são também, os 4 (quatro) maiores em termos de capacidade instalada (GW) (IEA, 2010). O gráfico 13 apresenta a contribuição de cada país na geração hidroelétrica. É interessante observar, que dentre os 10 (dez) maiores produtores de energia elétrica por hidroeletricidade, cinco estão entre os mais industrializados do mundo: Canadá, Estados Unidos, Noruega, Japão e Suécia. Não é por acaso, já que as oportunidades de aproveitamento do potencial hidrelétrico foram decisivas como alavanca para a introdução e consolidação de grandes setores eletro-intensivos, nos quais se baseou o processo de industrialização durante boa parte do século XX nestes países.

Além destes, na lista dos grandes produtores de hidroeletricidade, encontram-se também os quatro maiores países em desenvolvimento: Brasil, China, Rússia e Índia. Neles, o capitalismo apesar de tardio, parece seguir os passos dos predecessores, apoiando-se no grande potencial ainda não aproveitado para ofertar energia limpa e segura, em quantidade suficiente para garantir a expansão de uma sólida indústria de base. (FREITAS e DUTRA, 2003)

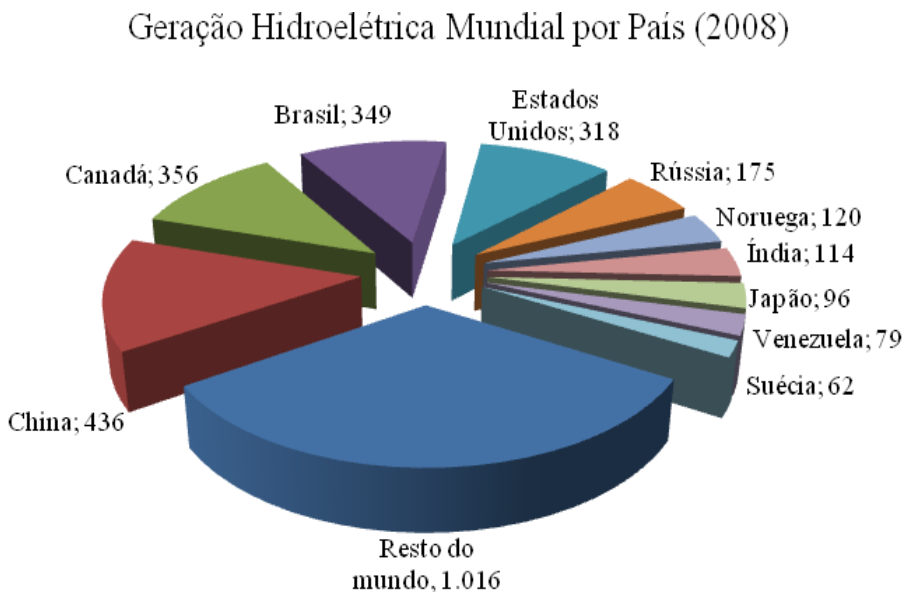


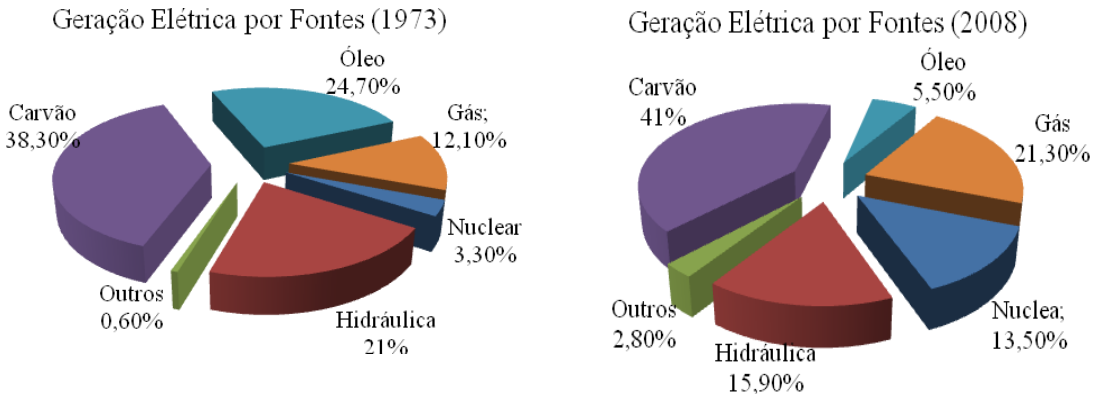
Gráfico 13: Geração Hidroelétrica Mundial por País (2008)

Fonte: Elaborado a partir de dados de IEA (2010)

Apesar do significativo crescimento da produção hidroelétrica, a participação percentual da hidroeletricidade diminuiu nas últimas três décadas (1973-2008) (Gráfico 14). O grande *boom* de crescimento na geração de eletricidade vem ocorrendo por conta do maior uso do gás, e de uma maior participação de centrais nucleares.

O carvão continua mantendo sua grande participação na matriz elétrica mundial, apresentando pequeno crescimento percentual no período 1973-2008, passando de 38,3% para 41%. Destaca-se a participação da China, que se apresenta como líder, seguida pelos Estados Unidos. Em 1973, a China representava 2,8% de toda geração elétrica mundial, porém, em 2008, verificou-se um crescimento de quase 5 vezes, o que representou uma participação percentual de 13,2% (IEA, 2010)

No mesmo período, a participação do gás na matriz elétrica mundial passou de 12,1% para 21,3%.



6.116 TWh (22.018 EJ) 20.181 TWh (72.652 EJ)

Excluídos reservatórios por bombeamento.

Gráfico 14: Geração Elétrica por Fontes (1973 e 2008)

Fonte: Elaborado a partir de IEA (2010a)

Segundo dados da IEA (2010), dos cinco maiores produtores de hidroeletricidade no mundo (China, Canadá, Brasil, Estados Unidos e Rússia), apenas os Estados Unidos está listado entre os dez maiores produtores de energia elétrica (nas 3 primeiras posições) utilizando os três combustíveis fósseis, a saber: carvão, óleo combustível e gás.

II.5.1. Potencial Hidráulico Brasileiro

Segundo dados do SIPOT - Sistema de Informação do Potencial Hidráulico Brasileiro (Figura 22), o potencial hidráulico total do Brasil é de 242.362 MW (incluídas as Pequenas Centrais Hidroelétricas - PCHs). Deste total, 97.250 MW (ou 40,13%) estão na região Norte, assim divididos: 46.862 MW estudados, 35.693 MW estimados, 3.268 MW em construção e 11.427 MW em operação.

Considerando somente o potencial a ser aproveitado (estudados e estimados), existem ainda, 164.647 MW dispersos por todas as regiões do país, entretanto, percebe-se, que grande parte do potencial a ser aproveitado (82.555 MW ou 52,98%) está localizado na região Norte, longe dos grandes centros consumidores e dentro do bioma Amazônia, com crescentes restrições socioambientais. (Figuras 23 e 24)

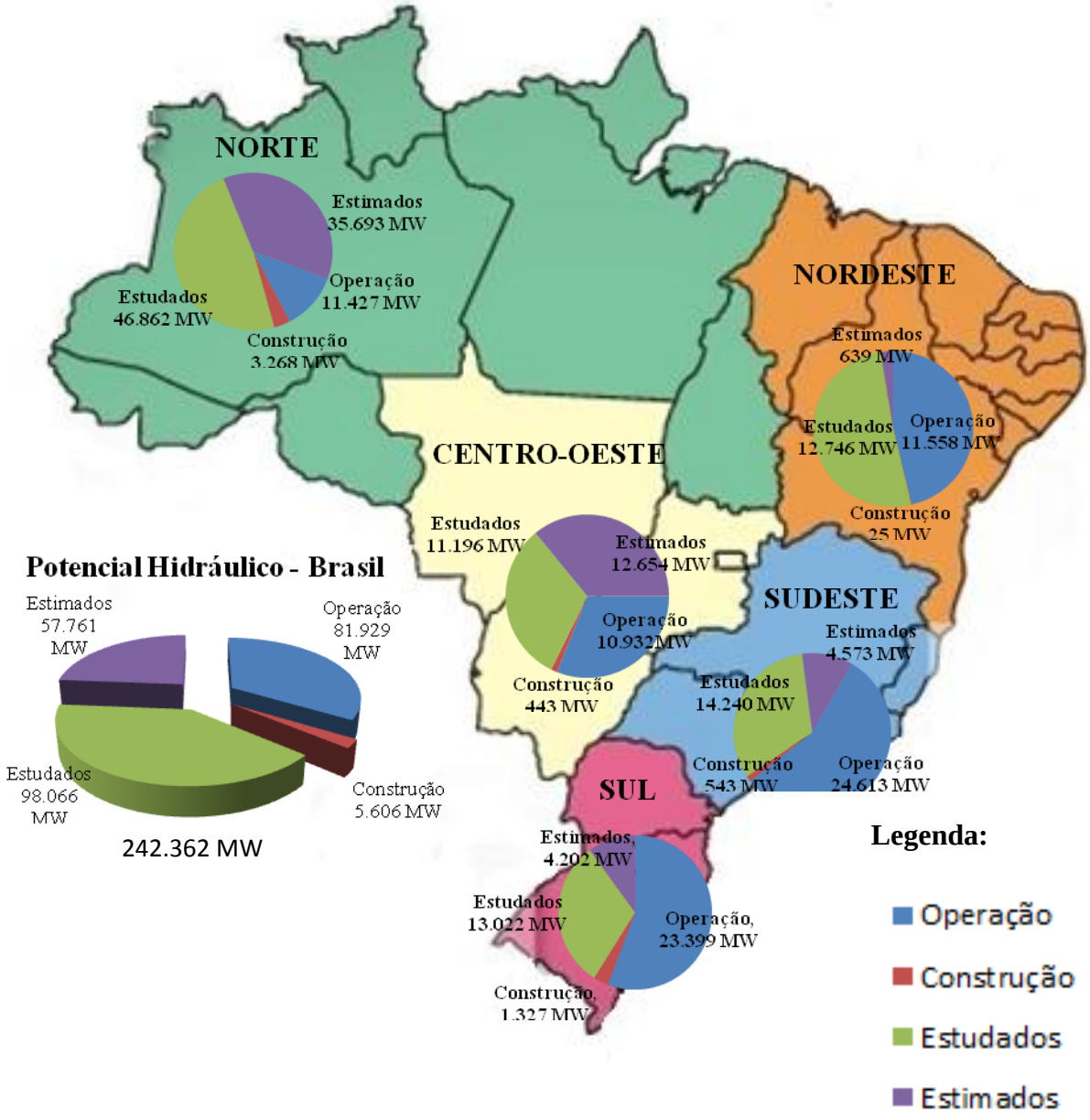


Figura 22: Potencial Hidráulico Brasileiro Total por Região

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SIPOT (ELETROBRAS, 2011)

Em números percentuais, o potencial hidráulico Brasileiro está dividido conforme apresentado na figura 23.

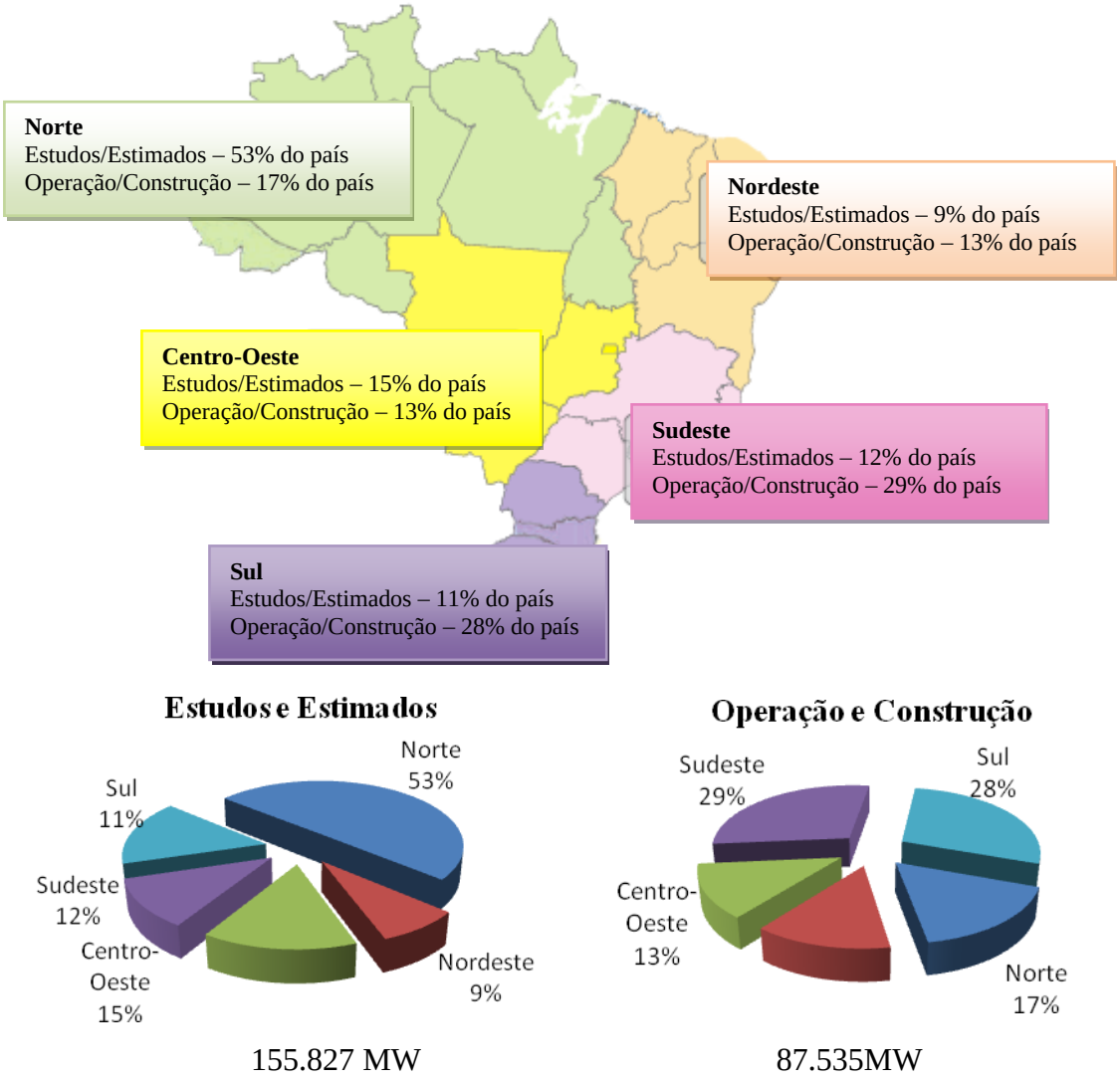


Figura 23: Potencial Hidroelétrico Brasileiro.

(Estudos e Estimados /Operação e Construção)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do SIPOT (ELETROBRAS, 2011)

II.5.1.1. A Expansão da Hidroeletricidade na Bacia Amazônica

A avaliação do potencial hidráulico brasileiro indica a região Amazônica como o atual "celeiro hidrelétrico", ou seja, a região onde se encontram os potenciais hidráulicos disponíveis para a implantação de aproveitamentos hidrelétricos. De fato, conforme mapa dos biomas brasileiros apresentado a seguir (Figura 24), toda a região Norte se encontra no bioma Amazônia.

Figura 24: Biomas Brasileiros

Fonte: IBAMA, 2011

Segundo o PDE 2020, estão previstos 21.777 MW adicionais através de 10 (dez) usinas hidroelétricas na região Norte no período de 2011 a 2016, o que representa 26,6% do total de hidrelétricas em operação no Brasil ou mais de 1,5 usina binacional de Itaipu[266] em termos de capacidade instalada. (Tabela 9)

Ano	**Projeto**	**Potência**
2011	UHE Estreito	1.087 MW
	UHE Dardanelos	261 MW
2012	UHE Rondon 2	74 MW
	UHE Santo Antônio	3.1250 MW
2013	UHE Jirau	3.300 MW
2014	UHE Santo Antônio do Jari	300 MW
2015	UHE Ferreira Gomes	252 MW
	UHE Colíder	300 MW
	UHE Belo Monte	11.233 MW
	UHE Teles Pires	1.820 MW
Total do período 2011-2015		**21.777 MW**

Tabela 9: Expansão Hidroelétrica Contratada e em Construção na Região Norte (2011 a 2016)

Fonte: EPE, 2011a

[266] A usina de Itaipu é, atualmente, a maior usina hidrelétrica do mundo em geração de energia. Com 14.000 MW de potência instalada, fornece 16,4% da energia consumida no Brasil e abastece 71,3% do consumo paraguaio. Em 2010 a usina produziu 85,97 TWh, o suficiente para suprir a demanda de Portugal durante um ano e oito meses. <http://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>

A partir de 2016, estão previstos, ainda, mais 15.498 MW em projetos a serem viabilizados. A tabela 10, abaixo, apresenta os empreendimentos planejados para o período de 2016 a 2020.

Ano	Projeto	Potência
2016	UHE Sinop	400 MW
	UHE São Manoel	700 MW
	UHE Foz do Apiacás	230 MW
2017	UHE São Luiz do Tapajós	6.133 MW
2019	UHE Cachoeira dos Patos	528 MW
	UHE Marabá	2.160 MW
2020	UHE Jatobá	2.336 MW
	UHE Jamanxim	881 MW
	UHE Cachoeira do Caí	802 MW
	UHE Serra Quebrada	1.328 MW
Total do Período 2016-2020		**15.498 MW**

Tabela 10: Projetos Hidroelétricos a serem viabilizados na Região Norte (2016-2020)

Fonte: EPE, 2011a

A figura 25 a seguir, apresenta a expansão hidrelétrica planejada no Plano Decenal de Expansão 2020, segregando a parcela já contratada da parcela indicada.

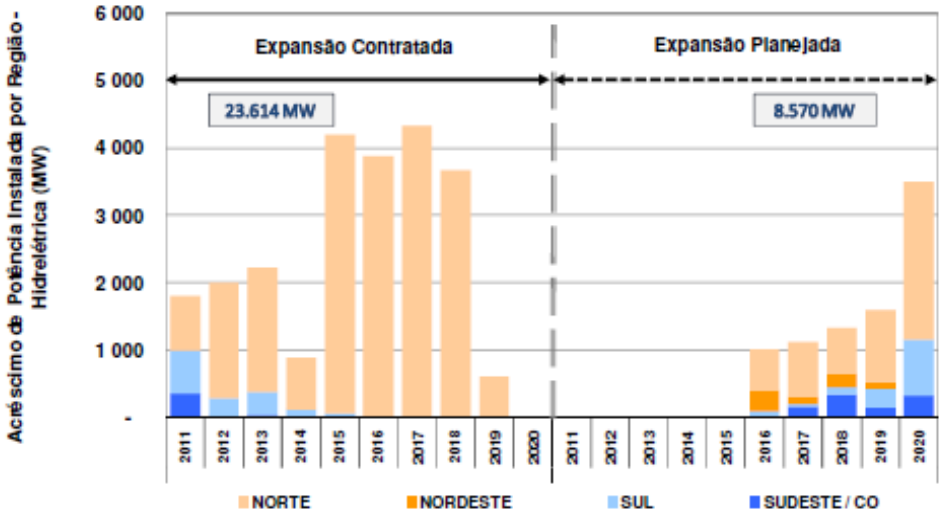


Figura 25: Acréscimo de Potência Hidroelétrica Instalada (MW) por Região.

Fonte: EPE, 2011a

Conforme se percebe, no planejamento da expansão do setor elétrico, o uso da fonte hidráulica na região Norte terá, de fato, papel protagônico, com estimativa de 72,5% de participação na matriz elétrica no ano de 2020 (Gráfico 15)

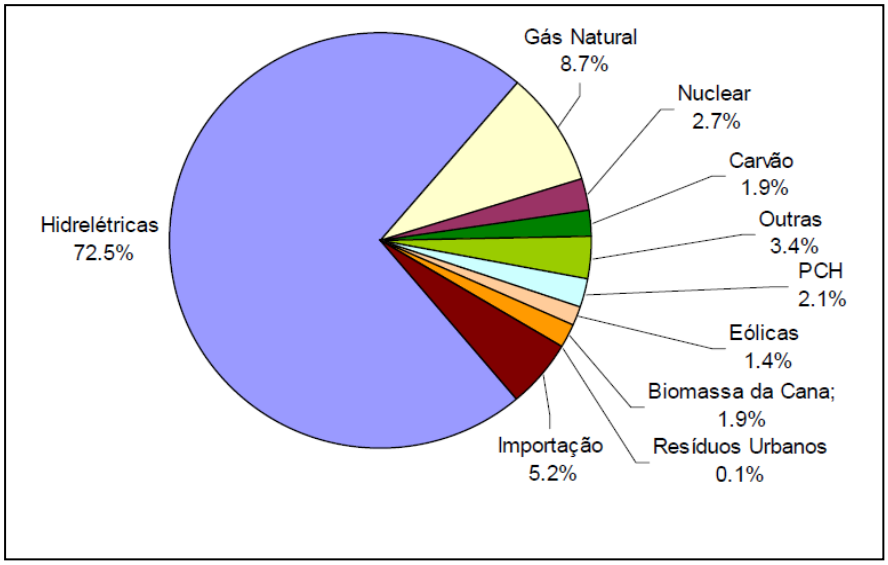


Gráfico 15: Participação das Fontes no SIN em 2020

Fonte: EPE, 2010b

De fato, o planejamento da expansão da hidroeletricidade sinaliza um aproveitamento majoritário do potencial hidráulico da Região Norte (Figura 26) tendo em vista, o quase esgotamento do potencial hidráulico nas demais regiões do país.

Figura 26: Distribuição das Hidroelétricas Existentes e Planejadas.

Fonte: BRASIL, 2009

Capítulo III. Gestão das Águas em Bacias Hidrográficas e os Aproveitamentos Hidroelétricos

Dois terços da superfície da terra são formados por água sendo 2,5% de água doce, mas apenas 0,3% podem ser consumidos. Este bem essencial à vida está distribuído de maneira desigual: sete países detém 50% da água doce, tendo o Brasil, 12%, a maior disponibilidade hídrica do mundo. Atrás do Brasil, estão Rússia, Canadá, China, Indonésia, Estados Unidos e Bangladesh. Os outros 50% da água doce estão divididos entre 154 países. (ANA, 2007a)

Apesar de o Brasil ter cerca de 3% da população mundial, da mesma forma que verificado no planeta, a distribuição e o consumo são desiguais, sendo necessário um gerenciamento para equilibrar os usos do consumo humano, da agropecuária, indústria, geração de energia, navegação e turismo, dentre outros.

No mundo, mais de 1 bilhão de pessoas não têm acesso à água potável e cerca de 2 bilhões de pessoas dispõe de um serviço de saneamento precário, o que facilita a contaminação da população por doenças de veiculação hídrica, como a diarréia, cólera, giardíase, malária e dengue. Segundo dados da OMS, morrem mais de 3 milhões de pessoas por ano de doenças de veiculação hídrica, em sua grande maioria, crianças. (OMS *apud* ANA 2007a)

Ao longo do tempo, rios e córregos foram sendo degradados por causa da urbanização, do desenvolvimento industrial e do crescimento populacional associado ao consumo excessivo e desperdício, sendo necessário, portanto, um despertar para uma utilização sustentável dos recursos hídricos.

O consumo da água aumentou 9 vezes no século XX. Até 2025, 1/3 dos países terá que reduzir os processos produtivos por falta de água. Quase 3 bilhões de pessoas viverão em regiões de seca crônica (ONU *apud* ANA, 2007a)

Nas metas do milênio estabelecidas pela ONU[267], prevê-se a redução, pela metade, do número de seres humanos que não têm acesso a água potável de qualidade. Ainda assim, 2 milhões de pessoas, em 48 países, poderão enfrentar a escassez de água.

[267] 191 Estados-Membros das Nações Unidas assumiram o compromisso de: (i) Erradicar a extrema pobreza e a fome; (ii) Atingir o ensino básico universal; (iii) Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres; (iv) Reduzir a mortalidade na infância; (v) Melhorar a saúde materna; (vi) Combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças; (vii) Garantir a sustentabilidade ambiental e (viii) Estabelecer uma Parceria Mundial para o Desenvolvimento. (PNUD, 2011)

Por esse motivo, durante a cúpula de Johannesburgo, a Rio+10[268], a ONU recomendou aos países a elaboração de planos de gestão de águas até 2005. A ONU também indicou o período de 2005 a 2015, como a década mundial da água. No Brasil, também foi estabelecida a década brasileira da Água, elaborando-se o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Por todos estes motivos e pelo estreito vínculo com a geração hidroelétrica, este capítulo focará o tema água, a começar por um breve histórico do início da consideração da bacia hidrográfica como unidade de gestão.

III.1. Do Direito de Vizinhança à Gestão por Bacias Hidrográficas

A primeira norma brasileira que tratou das águas foi a Lei Federal n° 3.071/16 do Código Civil de 1916, que regulamentou o regime dominial e o seu uso. Esta lei não reconheceu seu valor econômico e sua regulamentação fundava-se principalmente no direito de vizinhança.

> *DAS ÁGUAS*
> *Art. 563. O dono do prédio inferior é obrigado a receber as águas que correm naturalmente do superior. Se o dono deste fizer obras de arte, para facilitar o escoamento, procederá de modo que não piore a condição natural e anterior do outro.*
> *Art. 564. Quando as águas, artificialmente levadas ao prédio superior, correrem dele para o inferior, poderá o dono deste reclamar que se desviem, ou se lhe indenize o prejuízo que sofrer.*
> *Art. 565. O proprietário de fonte não captada, satisfeitas as necessidades de seu consumo, não pode impedir o curso natural das águas pelos prédios inferiores.*
> *Art. 566. As águas pluviais que correm por lugares públicos, assim como as dos rios públicos, podem ser utilizadas por*

[268] As bases para a Rio-92 ou Eco-92 foram lançadas em 1972, quando a ONU organizou sua primeira conferência ambiental, em Estocolmo, e em 1987, quando o relatório "Nosso Futuro Comum" difundiu o conceito de desenvolvimento sustentável. Realizada em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (também conhecida como Cúpula da Terra) reuniu vários chefes de Estado para buscar mecanismos que suplantassem o abismo entre os países do Norte e os do Sul, preservando os recursos naturais da Terra. Em 1992, foram criadas as convenções que até hoje norteiam as discussões multilaterais, como as convenções do Clima e da Biodiversidade, a Agenda 21 e a Carta da Terra. Em 1997, durante um sessão especial da Assembléia Geral das Nações Unidas (chamada de Rio+5), percebeu-se que existiam diversas lacunas nos resultados da Rio-92. A referida Assembléia detectou a necessidade de ratificação e implementação mais eficiente das convenções e acordos internacionais referentes ao Meio Ambiente e ao desenvolvimento. Assim, em 2000, a ONU sugeriu a realização de uma nova cúpula mundial, a Rio +10. Em 2012, ocorrerá a Rio+20.

> *qualquer proprietário dos terrenos por onde passem, observados os regulamentos administrativos.*
> *Art. 567. É permitido a quem quer que seja, mediante previa indenização aos proprietários prejudicados, canalizar, em proveito agrícola ou industrial, as águas a que tenha direito, através de prédios rústicos alheios, não sendo chácaras ou sítios murados, quintais, pátios, hortas, ou jardins. Parágrafo único. Ao proprietário prejudicado, em tal caso, também assiste o direito de indenização pelos danos, que de futuro lhe advenham com a infiltração ou a irrupção das águas, bem como a deterioração das obras destinadas a canalizá-las.*
> *Art. 568. Serão pleiteadas em ação sumária as questões relativas à servidão de águas e às indenizações correspondentes."* (Lei 3.971/16)

Em 10 de julho de 1934, entrou em vigor o "Código de Águas", regulamentado pelo Decreto Federal nº 24.643, que trouxe profunda alteração no regime previsto no Código Civil de 1916, pois passou a considerar a água como recurso dotado de valor econômico, entretanto, o referido decreto focou, principalmente, a regulamentação da água para fins de aproveitamentos hidrelétricos.

A preocupação com relação ao uso múltiplo já estava destacada no "Código de Águas", onde foi estabelecido que em todos os aproveitamentos de energia hidráulica seriam satisfeitas "exigências acauteladoras dos interesses gerais":

Da alimentação e necessidades das populações ribeirinhas.

Da salubridade pública,

Da navegação,

Da irrigação.

Da proteção contra as inundações.

Da conservação e livre circulação do peixe.

Do escoamento e rejeição das águas.

Contudo as condições de exploração para outros usos ficavam limitadas ao se estabelecer no decreto que as reservas de agua e de energia em proveito dos serviços públicos (União, Estados ou Municípios) não poderiam privar a usina hidroelétrica de mais de 30% da energia de que dispusesse.

No Brasil, em 1976, foi assinado acordo entre o Ministério das Minas e Energia e o governo do Estado de São Paulo para a melhoria das condições sanitárias das bacias

do Alto Tietê e Cubatão. Em 1978, foi constituído o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), e em seguida, criaram-se comitês executivos em diversas bacias hidrográficas, como no Paraíba do Sul, no São Francisco e no Ribeira de Iguape. Esses comitês tinham apenas atribuições consultivas e dele participavam apenas órgãos do governo. Mesmo assim, constituíram-se em experiências importantes e foram importantes embriões para a evolução futura da gestão por bacia hidrográfica[269]. (adaptado de PORTO e PORTO, 2008)

Em 1977, a Conferência de Mar del Plata, a primeira organizada pelas Nações Unidas sobre o tema água, recomendou aos Estados-membro que fossem criadas entidades para administrar bacias hidrográficas, a fim de permitir melhor planejamento integrado dos recursos hídricos (DOUROJEANNI, 1997).

Em 1981, conforme já apresentado, foi estabelecida a Política Nacional do Meio Ambiente, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). À época, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) disciplinou os recursos hídricos nas Resoluções de n° 01/86 (artigo 2°, inciso VII), 20/86, 26/86, 274/00, 302/02 e 357/05. Cabe destacar o artigo 2°, do inciso VII da Resolução nº 01/86, ao dispor que dependem de elaboração de estudo de impacto ambiental (EIA) e respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA), as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias e diques. Também merece destaque a Resolução CONAMA n° 357/05, que alterou as Resoluções CONAMA n° 20/86 e n° 274/00, regulamentando a classificação das águas existentes no território brasileiro e as respectivas diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes, visando à proteção das águas doces e marinhas.

Na década de 1980, houve várias experiências baseadas na gestão de bacias hidrográficas, dentre elas, PORTO e PORTO (2008) destaca: Consórcio Intermunicipal Santa Maria/Jucu, no Estado do Espírito Santo, de maneira a facilitar a negociação entre usuários na seca; Comitês das Bacias Sinos e Gravataí (1988), afluentes do Guaíba no

[269] As mudanças ocorridas na gestão das águas entre 1934 até meados da década de 1970 estão detalhadas no capítulo I. O grande lapso de tempo que aqui se verifica é proposital de forma a se evitar redundâncias na narrativa.

Estado do Rio Grande do Sul, surgidos da própria comunidade com o apoio do governo do Estado. Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari (1989), criado no âmbito da administração local com o objetivo de promover a recuperação ambiental dos rios, a integração regional e o planejamento do desenvolvimento da bacia, previu um plenário de entidades, com participação da sociedade civil.

A Constituição Federal[270] de 1988 foi um importante marco na gestão das águas no Brasil, extinguindo o domínio privado da água, previsto no Código das Águas, tornando todos os corpos d'água de domínio público, seja da União, seja dos Estados.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, estão entre os bens da União, os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais, as praias fluviais e os potenciais de energia hidráulica. Incluem-se entre os bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

A Constituição de 1988 estabelece que compete à União explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos d'água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos, ficando isento de autorização ou concessão o aproveitamento do "potencial de energia renovável de capacidade reduzida". Cabe destacar, que a constituição define como competência exclusiva do Congresso Nacional, a autorização, em terras indígenas, para a exploração e aproveitamento dos recursos hídricos e a pesquisa e lavra de riquezas minerais e que reconhece, aos índios, os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, ao estabelecer que "o aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com a autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei".

A gestão de recursos hídricos baseada no recorte territorial das bacias hidrográficas ganhou força no início dos anos 1990 quando os Princípios de Dublin

[270] A água está caracterizada como recurso econômico de forma bastante clara e destacada, conforme os seguintes dispositivos constitucionais: artigos 20, incisos III/VIII e § 1º; artigo 21, inciso XII, letra "b"; artigo 22, inciso IV; artigo 26, incisos I, III e XIX; artigo 43, § 2º, inciso IV e § 3º; artigo 176, *caput* e § 1º.

foram acordados na reunião preparatória para a Rio-92[271]. Diz o Princípio nº1 que a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos. Para que essa integração tenha o foco adequado, sugere-se que a gestão esteja baseada nas bacias hidrográficas (WMO, 1992 *apud* PORTO e PORTO, 2008).

A Lei Federal nº 9.433/97 (Lei das Águas), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentando o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal de 1998, concretizou então, a gestão por bacias hidrográficas.

III.2. O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

A Lei Federal nº 9.433/97 trouxe importantes contribuições para o aproveitamento dos recursos hídricos, adequando a legislação aos conceitos de desenvolvimento sustentável, além de
regulamentar a utilização dos recursos hídricos com o objetivo de garantir a preservação e a disponibilidade das águas.

Com a aprovação da Lei 9.433/97, a Política Nacional de Recursos Hídricos veio a complementar a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida pela Lei 6.938/81. Conforme visto, a Lei 9.433/97 tem como um de seus fundamentos, a gestão descentralizada e participativa, envolvendo todos os interessados nos problemas da água.

A gestão descentralizada dos recursos hídricos, expressa nos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, ocorre no âmbito do Sistema de Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH), composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; Comitês de Bacia Hidrográfica e órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos. (ANA, 2007a)

[271] Destaca-se, entretanto, que bem antes de ter ocorrido esse reconhecimento de princípios amplamente aceitos, várias iniciativas de sucesso na área de gestão de recursos hídricos foram baseadas no recorte geográfico da bacia hidrográfica. Há experiências registradas sobre tratados de utilização do Rio Danúbio que datam de 1616, o tratado Brasil-Peru sobre a navegação do Rio Amazonas em 1851 e o tratado entre o Brasil e a República das Províncias Unidas do Rio da Prata em 1928, entre outros (GRANZIERA, 2001 *apud* PORTO e PORTO, 2008)

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) tem sua constituição conforme apresentado na figura 27 a seguir.

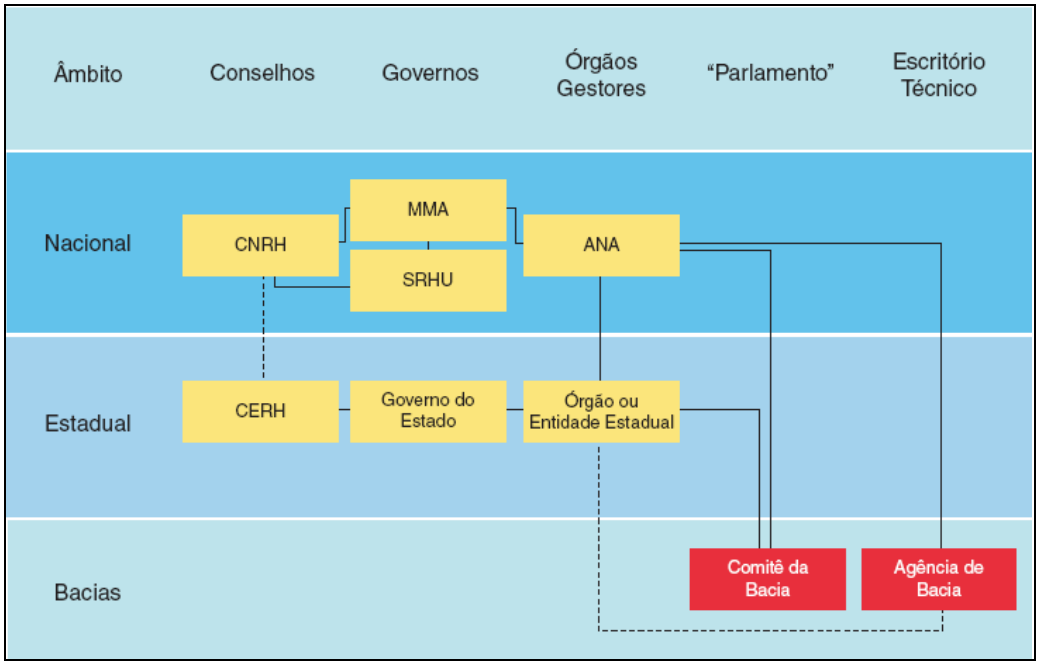


Figura 27: Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)

Fonte: ANA, 2009a

A Figura 27 apresenta a constituição e os relacionamentos entre os integrantes do SINGREH, de acordo com seu âmbito de atuação (nacional, estadual, por bacia). Além disso, os integrantes do SINGREH podem ser caracterizados de duas outras maneiras distintas, a saber:

- Em relação ao domínio das águas: da União, dos estados e do Distrito Federal; e
- Em relação às atribuições, sejam deliberativas (Conselhos de Recursos Hídricos e Comitês de Bacias) sejam operacionais (Órgãos Gestores e Agências de Água).

Conselhos de Recursos Hídricos

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) é o órgão mais expressivo da hierarquia do SINGREH. Tem caráter normativo e deliberativo, com as seguintes atribuições: (i) promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estadual e dos setores usuários; (ii) deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos; (iii) acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos; (iv) estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a cobrança pelo seu uso. Enfim, cabe ao Conselho decidir sobre as grandes questões do setor, além de dirimir as contendas de maior vulto.

O CNRH é composto, conforme estabelecido por lei, por representantes de Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos; representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; representantes dos usuários dos recursos hídricos e, representantes das organizações civis de recursos hídricos. O número de representantes do poder executivo federal não poderá exceder à metade mais um do total dos membros do CNRH.

A representação dos usuários ficou definida para os setores de irrigantes, indústrias, concessionárias e autorizadas de geração hidrelétrica, pescadores e lazer e turismo, prestadores de serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário e hidroviários. Dentre as organizações civis de recursos hídricos, foram definidas as seguintes: comitês de bacias hidrográficas, consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas; organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos e, organizações não governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade. O CNRH é o principal fórum de discussão nacional sobre gestão de recursos hídricos, exercendo o papel de agente integrador e articulador das respectivas políticas públicas, particularmente quanto à harmonização do gerenciamento de águas de diferentes domínios.

Entre as Resoluções aprovadas pelo CNRH, destacam-se as diretrizes para formação dos comitês de bacia, a gestão das águas subterrâneas, a outorga, o planejamento de recursos hídricos, além da aprovação da Divisão Hidrográfica Nacional

e a aprovação dos mecanismos de cobrança e das prioridades para sua aplicação nos comitês de bacia onde a cobrança já foi implementada.

O CNRH é composto por diversas Câmaras Técnicas, dentre as quais, destacamos a Câmara Técnica de Recursos Hídricos Transfronteiriços (CTRH), instituída pela Resolução CNRH nº 10, de 21 de junho de 2000, que tem dentre seus objetivos, examinar e relatar ao Plenário do CNRH matérias relativas à gestão de recursos hídricos fronteiriços e transfronteiriços, auxiliando esse Colegiado no cumprimento de suas competências, em seu âmbito de atuação[272]. São competências específicas da CTGRHT:

• propor (ao CNRH) mecanismos de intercâmbio técnicos, legais e institucionais entre países vizinhos, nas questões relacionadas com gestão de recursos hídricos;

• analisar e propor (ao CNRH) ações conjuntas visando minimizar ou solucionar os eventuais conflitos;

• propor (ao CNRH) diretrizes para gestão integrada em bacias transfronteiriças;

• discutir os problemas visando desenvolver ações e implementar soluções comuns, buscando otimização e alocação de recursos humanos e financeiros;

• propor (ao CNRH) ações mitigadoras e compensatórias; e

• as competências constantes do Regimento Interno do CNRH e outras que vierem a ser delegadas pelo seu Plenário.

Os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos são órgãos consultivos de assessoramento do Órgão ou Entidade Estadual gestora de recursos hídricos (cada estado tem seu órgão gestor, variando seu nome). O CERH tem as mesmas atribuições do CNRH, porém, na esfera estadual.

A composição de cada conselho é variável, respeitando-se as especificidades de cada estado, sendo seus conselheiros: representantes de secretarias de estado, de municípios, de usuários de águas e de Organizações Civis de Recursos Hídricos.

[272] Dentre os trabalhos desenvolvidos por esta Câmara Técnica, destacam-se a Moção nº 09, de 14 de março de 2002, que solicita solução dos problemas causados pela poluição, decorrente da falta de saneamento da bacia do rio Quaraí, fronteira do Estado do Rio Grande do Sul com o Uruguai; a Moção nº 14, de 11 de dezembro de 2002, que solicita ações referentes aos problemas existentes na bacia do rio Apa, rio fronteiriço entre Brasil e Paraguai, na divisa situada no Estado do Mato Grosso do Sul, bacia do Alto Paraguai; e Moção nº 29, de 29 de outubro de 2004,
que recomenda a implementação do Projeto Piloto de Gestão Integrada e Sustentável de recursos hídricos e ambiental nas bacias transfronteiriças da Lagoa Mirim e do rio Quaraí. (CNRH, 2011)

Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU)

A Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU), integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, atua como secretaria executiva do CNRH. Ela substituiu a antiga Secretaria de Recursos Hídricos, através do Decreto nº 6.101, de 26 de abril de 2007, e teve suas atribuições ampliadas, passando a integrar os procedimentos de gestão dos Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Além disso, são também suas atribuições: a proposição da formulação da Política Nacional dos Recursos Hídricos, acompanhamento e monitoramento de sua implementação, nos termos da Lei nº 9.433/97 e da Lei nº 9.984/2000.

Agência Nacional de Águas (ANA)

A Agência Nacional de Águas (ANA) é uma autarquia sob regime especial criada pela Lei nº 9.984/2000[273], cuja principal atribuição é a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a coordenação do SINGREH. Compete à ANA criar condições técnicas para implementar a Lei das Águas, promover a gestão descentralizada e participativa, em sintonia com os órgãos e entidades que integram o SINGREH e implantar os instrumentos de gestão previstos na Lei nº 9.433/97.

Órgãos Gestores Estaduais

Os órgãos gestores estaduais são entes federados responsáveis pela gestão das águas sob seus domínios (cada estado tem seu órgão gestor, variando seu nome). [274] Para

[273] Dispôs sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e deu outras providências

[274] São exemplos, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), no Rio de Janeiro; Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE-SP) em São Paulo; Instituo Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) em Minas Gerais e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) no Espírito Santo. A seguir, a lisa com os *links* web para consulta: Acre <http://www.seiam.ac.gov.br/imac>; Alagoas <http://www.semarh.al.gov.br>; Amapá <http://www.sema.ap.gov.br>; Amazonas <http://www.sds.am.gov.br>; Bahia <http://www.inga.ba.gov.br>; Ceará <http://portal.cogerh.com.br>; Espírito Santo <http://www.iema.es.gov.br>; Goiás <http://www.semarh.goias.gov.br>; Maranhão <http://www.sema.ma.gov.br>; Mato Grosso <http://www.sema.mt.gov.br>; Mato Grosso do Sul < http://www.semac.ms.gov.br>; Minas Gerais <http://www.igam.mg.gov.br>; Pará (PA) <http://www.sectam.pa.gov.br>; Paraíba <http://www.aesa.pb.gov.br>; Paraná <http://www.suderhsa.pr.gov.br>; Pernambuco <http://www.sirh.srh.pe.gov.br/site>; Piauí

tanto, devem possuir estruturas para executar ações de preservação e recuperação de seus mananciais, respondendo pela emissão de outorgas, fiscalização e planejamento, além de serem também os órgãos responsáveis pela implementação dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em alguns estados e no Distrito Federal, foram criados órgãos específicos, em outros a responsabilidade pela implementação das políticas estaduais de recursos hídricos está vinculada à outra área dos poderes executivos estaduais, geralmente ao meio ambiente.

Comitês de Bacia

Os Comitês de Bacia, que são considerados os "Parlamentos das Águas", têm como objetivo a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos, por meio da implementação dos instrumentos técnicos de gestão, de negociação de conflitos e de promoção dos usos múltiplos da água na bacia hidrográfica.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas têm, entre outras, as atribuições de integrar as ações de todos os governos, seja no âmbito dos municípios, dos estados ou da União; promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia; articular a atuação das entidades que trabalham com este tema; arbitrar, em primeira instância, os conflitos relacionados a recursos hídricos; aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo. Neles estão refletidas as bases do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e da Política Nacional de Recursos Hídricos: a gestão integrada, descentralizada e participativa, sendo sua composição bastante diversificada, com uma variedade de atores – representantes do governo, dos usuários e da sociedade civil – participando do processo de decisão.

<http://www.semar.pi.gov.br>; Rio de Janeiro <http://www.inea.rj.gov.br>; Rio Grande do Norte <http://www.semarh.rn.gov.br>; Rio Grande do Sul <http://www.sema.rs.gov.br>; Rondônia <http://www.sedam.ro.gov.br>; Roraima <http://www.femact.rr.gov.br>; Santa Catarina<http://www.sds.sc.gov.br>; São Paulo <http://www.daee.sp.gov.br>; Sergipe <http://www.semarh.se.gov.br>; Tocantins <http://recursoshidricos.to.gov.br>; Distrito Federal <http://www.adasa.df.gov.br>

No panorama atual, observa-se a coexistência de dois tipos de comitês de bacia em uma mesma área: aqueles em rios de domínio dos estados (ou estaduais) e, aqueles em rios de domínio da União (ou interestaduais), o que tende a transformar o comitê formado para gerenciar as águas de domínio da União em um "Comitê de Integração" – instância que busca harmonizar e integrar as ações de todos os comitês, independentemente do domínio dos corpos d'água.

Comporão os Comitês em rios de domínio da União, representantes públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos municípios e representantes da sociedade, tais como, usuários das águas de sua área de atuação, e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. A proporcionalidade entre esses segmentos foi definida pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), através da Resolução nº 05, de 10 abril de 2000. Esta norma estabelece diretrizes para formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, representando um avanço na participação da sociedade civil nos Comitês. A Resolução prevê que os representantes dos usuários sejam 40% do número total de representantes do Comitê. A somatória dos representantes dos governos municipais, estaduais e federal não poderá ultrapassar a 40% e, os da sociedade civil organizada ser mínimo de 20%.

Nos Comitês de Bacias de rios fronteiriços e transfronteiriços, a representação da União deverá incluir o Ministério das Relações Exteriores e, naqueles cujos territórios abranjam terras indígenas, representantes da Fundação Nacional do Índio – FUNAI e das respectivas comunidades indígenas.

Cada Estado deverá fazer a respectiva regulamentação referente aos Comitês de rios de seu domínio. Alguns Estados, a exemplo de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Espírito Santo já estão em estágio bem avançado no processo de regulamentação, com diversos Comitês criados.

É importante destacar que o simples fato de criar um comitê de bacia não significa que ele está funcionando e/ou cumprindo seu papel de organismo descentralizador e participativo. Muitos comitês, inclusive em bacias interestaduais, foram criados há mais de quatro anos e ainda não estão instalados. Outros, mesmo instalados, não possuem o reconhecimento de governos para seu pleno funcionamento, ficando muitas vezes esvaziados pelo não cumprimento de suas deliberações. Para que os comitês se tornem efetivos, os órgãos gestores federais e estaduais necessitam reconhecer a sua autoridade e implementar suas decisões.

Agências de Bacia

As Agências de Bacia, ou Agências de Água são entidades técnicas executivas que atuarão em apoio à secretaria-executiva dos comitês de bacia e deverão aportar todos os subsídios técnicos à discussão sobre o planejamento e a gestão dos usos naquelas bacias hidrográficas.

As principais competências da Agência de Bacia, previstas na "Lei das Águas" (Lei 9.433/97), são: manter o balanço hídrico da bacia atualizado; manter o cadastro de usuários e efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos; analisar e emitir pareceres sobre os projetos e as obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos; acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos em sua área de atuação; gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação; celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências; promover os estudos necessários para a gestão de recursos hídricos em sua área de atuação; elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica; propor ao respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos, o plano de aplicação de recursos e o rateio de custos das obras de uso múltiplo.

A sua criação é autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos mediante solicitação de um ou mais comitês de bacia hidrográfica. Essa criação condiciona-se, assim, à prévia existência dos respectivos comitês e à viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso de recursos hídricos em sua área de atuação.

Até o momento, as Agências de Água ainda não foram regulamentadas pelo Governo Federal. Uma solução alternativa que vem funcionando no país foi regulamentada pela Lei nº 10.881/04, de 9 de junho de 2004, que dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União. Essas entidades devem ser enquadradas entre aquelas previstas no artigo 47º da Lei nº 9.433 dentre as organizações civis sem fins lucrativos e, indicadas pelos comitês, poderão ser qualificadas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos para o exercício

das atribuições legais.

Atualmente, encontram-se instaladas e cumprindo contrato de gestão com a ANA as seguintes entidades delegatárias: Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Agevap), no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul; e Consórcio Intermunicipal das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Consórcio PCJ), nos Comitês dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

III.3. Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos

A Lei 9.433/97 definiu os seguintes instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

> *Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:*
> *I - os Planos de Recursos Hídricos;*
> *II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;*
> *III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;*
> *IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;*
> *V - a compensação a municípios;*
> *VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.*

A figura 28, a seguir, apresenta a relação entre os instrumentos.

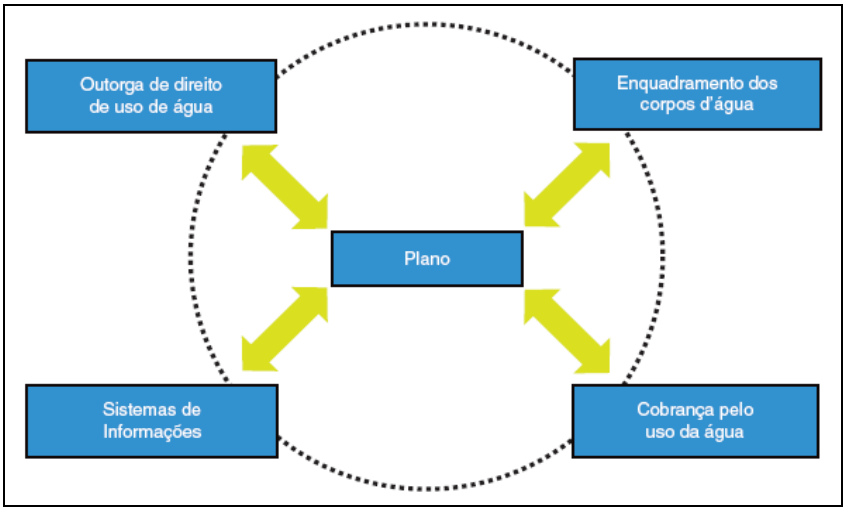


Figura 28: Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos.

Fonte: ANA, 2009a

Conforme se observa na figura 28, o Plano de Recursos Hídricos tem papel central na implementação dos demais instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

III.3.1. Planos de Recursos Hídricos

Plano Nacional de Recursos Hídricos

Os artigos 6º e 7º da Lei nº 9.433/1997, estabeleceram que os Planos de Recursos Hídricos são diretores e de longo prazo e visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos[275].

Para buscar alternativas e harmonizar o uso das águas, mais de 7 mil pessoas participaram da elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos, sob a coordenação da Secretaria de Recursos Hídricos, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. Em dois anos e meio de trabalho, foram realizados 27 encontros públicos, 9 oficinas nacionais, 12 seminários regionais e 1 seminário nacional, além de inúmeras reuniões e eventos, reunindo representantes de comitês de bacias, de órgão estaduais de recursos hídricos, de ONGs e dos principais setores usuários. (ANA, 2007a)

Lançado em 3 de março de 2006, o Plano Nacional de Recursos Hídricos é um pacto em torno da gestão das águas, definindo diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria de sua oferta em quantidade e qualidade. O PNRH é um dos instrumentos estabelecidos na Lei 9.433/97, também conhecida como "Lei das Águas".

Na cerimônia de lançamento do Plano, o então presidente Luiz Inácio Lula da Silva ressaltou a importância econômica de se preservar os rios.

---

[275] Os seguintes planos de recursos já foram aprovados ou estão em fase de elaboração: Bacia do Rio Doce (em elaboração); Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (elaborado); Guarda e Guandu Mirim - PBH-Guandu (elaborado); Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica - Afluentes da Margem Direita (elaborado); São Francisco (elaborado); Tocantins-Araguaia (elaborado); Verde Grande (em elaboração) e o Plano Nacional de Recursos Hídricos (elaborado). Disponíveis em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/planoderecursos/PlanosdeRecursos.aspx> Acesso em: 18 de agosto de 2011.

> *"Nós já aprendemos. Se nós estamos vendo países da Europa recuperando rios que passaram séculos poluídos, porque vamos poluir aqueles que ainda não estão poluído? Para a nossa futura geração gastar recursos recuperando o que nós estragamos? Vamos ter bom senso. Fica mais barato não estragá-los, do que estragá-los para depois recuperá-los."* Luiz Inácio Lula da Silva

ROSS (2008) corrobora para a mesma posição, indicando que no ambiente, como na questão da saúde, é preciso ter uma postura mais voltada para o preventivo do que para o corretivo. Da mesma maneira que é mais fácil e mais econômico prevenir-se das doenças que curá-las, na natureza certamente é bem menor o custo da prevenção de acidentes ecológicos e da degradação generalizada do ambiente, do que corrigir e recuperar o quadro ambiental deteriorado; mesmo porque determinados recursos naturais uma vez mal utilizados ou deteriorados tornam-se irrecuperáveis. Com a postura de que é preciso prevenir muito mais do que corrigir, torna-se imperativa a elaboração de diagnósticos ambientais, para que se possa elaborar prognósticos, e com isso estabelecer diretrizes de uso dos recursos naturais do modo mais racional possível, minimizando a deterioração da qualidade ambiental.

Um dos objetivos do PNRH é assegurar o uso sustentável da água no país. O PNRH propõe programas nacionais e regionais e a harmonização de políticas públicas. Visa garantir água suficiente e de qualidade para os diferentes usos, considerando os aspectos culturais e ambientais. O PNRH é composto por 4 volumes: Panorama e Estado dos Recursos Hídricos; Águas para o Futuro: Cenários para 2020; Diretrizes e Programas Nacionais e Metas.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), de fato, é um instrumento de planejamento estratégico. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprovou o referido Plano, entendendo-o como um processo contínuo de elaboração, discussão e ajustes, obtendo-se, periodicamente, um "retrato" da situação dos recursos hídricos em determinado momento. O PNRH torna-se, desta maneira, o principal elemento orientador das políticas públicas de recursos hídricos no âmbito nacional.

A Água, além de possuir um valor socioambiental[276], também se configura por ser um elemento estruturante para a implementação de políticas públicas, tais como geração de energia hidrelétrica, saneamento, irrigação dentre outras.

A partir disso, é necessária uma maior articulação e envolvimento de várias áreas de governo, durante o processo de implementação do PNRH, também chamado de "Plano das Águas do Brasil".

Segundo ANA (2007a), a *água é um bem público dotado de valor econômico e um recurso estratégico para a soberania nacional. Conciliar os interesses dos diferentes setores produtivos sob a ótica do desenvolvimento sustentável é o grande desafio das próximas décadas.*

Estratégico, o PNRH subsidia as ações do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e facilita a previsão de verbas no Plano Plurianual (PPA)[277].

De fato, o PNRH levantou as necessidades da agricultura, da geração de energia elétrica, das indústrias, da navegação e dos demais setores econômicos além do uso

[276] O Plano Nacional de Recursos Hídricos reconhece a importância da manutenção da biodiversidade aquática e o respeito às populações tradicionais que vivem em harmonia com os diferentes ecossistemas brasileiros.

[277] Estabelecido no Art. 163 da Constituição Federal. SEÇÃO II. Dos Orçamentos. Art. 165. Leis de iniciativa do Poder Executivo estabelecerão: I – o plano plurianual; II – as diretrizes orçamentárias; III – os orçamentos anuais.§ 1º A lei que instituir o plano plurianual estabelecerá, de forma regionalizada, as diretrizes, objetivos e metas da administração pública federal para as despesas de capital e outras delas decorrentes e para as relativas aos programas de duração continuada. § 2º A lei de diretrizes orçamentárias compreenderá as metas e prioridades da administração pública federal, incluindo as despesas de capital para o exercício financeiro subseqüente, orientará a elaboração da lei orçamentária anual, disporá sobre as alterações na legislação tributária e estabelecerá a política de aplicação das agências financeiras oficiais de fomento. § 3º O Poder Executivo publicará, até trinta dias após o encerramento de cada bimestre, relatório resumido da execução orçamentária. § 4º Os planos e programas nacionais, regionais e setoriais previstos nesta Constituição serão elaborados em consonância com o plano plurianual e apreciados pelo Congresso Nacional. § 5º A lei orçamentária anual compreenderá: I – o orçamento fiscal referente aos Poderes da União, seus fundos, órgãos e entidades da administração direta e indireta, inclusive fundações instituídas e mantidas pelo poder público; II – o orçamento de investimento das empresas em que a União, direta ou indiretamente, detenha a maioria do capital social com direito a voto; III – o orçamento da seguridade social, abrangendo todas as entidades e órgãos a ela vinculados, da administração direta ou indireta, bem como os fundos e fundações instituídos e mantidos pelo poder público. § 6º O projeto de lei orçamentária será acompanhado de demonstrativo regionalizado do efeito, sobre as receitas e despesas, decorrente de isenções, anistias, remissões, subsídios e benefícios de natureza financeira, tributária e creditícia. § 7º Os orçamentos previstos no § 5º , I e II, deste artigo, compatibilizados com o plano plurianual, terão entre suas funções a de reduzir desigualdades inter-regionais, segundo critério populacional. § 8º A lei orçamentária anual não conterá dispositivo estranho à previsão da receita e à fixação da despesa, não se incluindo na proibição a autorização para abertura de créditos suplementares e contratação de operações de crédito, ainda que por antecipação de receita, nos termos da lei. § 9º Cabe a lei complementar: I – dispor sobre o exercício financeiro, a vigência, os prazos, a elaboração e a organização do plano plurianual, da lei de diretrizes orçamentárias e da lei orçamentária anual; II – estabelecer normas de gestão financeira e patrimonial da administração direta e indireta, bem como condições para a instituição e funcionamento de fundos.

doméstico. Conforme exposto, sua elaboração foi descentralizada e participativa, agrupando os vários setores da sociedade, em busca de alternativas para a preservação desse bem essencial à vida.

Nesse contexto, os planos de recursos hídricos constituem-se no principal instrumento para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e devem ser elaborados em três níveis:

I. Nacional: Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)

II. Estadual: Plano Estadual de Recursos Hídricos

III. Bacia Hidrográfica: Plano de Bacia Hidrográfica

O PNRH está estruturado em 13 programas e 30 subprogramas, dentre os quais, o Programa de despoluição de bacias hidrográficas, que objetiva a recuperação da qualidade das águas. O PNRH, aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) tem vigência até 2020, sofrendo revisão periódica a cada 4 anos, coincidindo com as revisões dos PPAs (Planos Plurianuais), tanto do Governo Federal como dos Governos Estaduais, objetivando a obtenção de recursos financeiros dentro destes PPAs para garantir a implementação dos programas e subprogramas do plano.

Além da melhoria da oferta de água, são objetivos do PNRH, a redução dos conflitos entre os diferentes usuários e dos riscos de inundação e estiagem e o aumento da percepção da água com valor socioambiental relevante.

Planos Estaduais de Recursos Hídricos

Os Planos de Recursos Hídricos visam o planejamento das ações referentes aos recursos hídricos em uma determinada região, identificando medidas de gestão, planos, projetos, obras e investimentos prioritários, dentro de um contexto que inclua os órgãos governamentais, a sociedade civil, os usuários e as diferentes instituições que participam do gerenciamento dos recursos hídricos.

Trata-se, portanto, de instrumento que se constitui no mecanismo de articulação com outras esferas de planejamento e na base técnica para o processo decisório participativo em que se busca o estabelecimento de um pacto pelo uso da água. Dentre seus objetivos específicos, destacam-se:

- Adequação do uso, controle e proteção dos recursos hídricos à vocação e às aspirações da região;
- Atendimento das demandas de água com foco no desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental);
- Equilíbrio entre oferta e demanda de água, de modo a assegurar as disponibilidades hídricas em quantidade, qualidade e confiabilidade;
- Processo interativo de orientação do uso dos recursos hídricos, considerando variações do ciclo hidrológico e dos cenários de desenvolvimento.

Nos estados, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERH) devem apresentar a visão do estado relativamente à situação em que se encontram seus recursos hídricos, à visão de futuro sustentada pelo Governo quanto a esses recursos, expressas em metas e estratégias que serão perseguidas para concretizá-la.

Planos de Bacias Hidrográficas

Além dos PERHs, deverão também ser elaborados os Planos de Recursos Hídricos das Bacias que buscam caracterizar as bacias estaduais; avaliar os investimentos previstos nas esferas federal, estadual e municipal; adaptar iniciativas estaduais a programas federais; reconhecer conflitos entre usuários e propor encaminhamentos para superá-los; realinhar prioridades, criando uma escala estadual que leve em conta as proposições dos planos das bacias e as hierarquizações ali contidas; consolidar fontes de recursos e integrar as várias ações em um programa estadual de investimentos em recursos hídricos. De modo geral, um Plano de Bacia é composto dos seguintes módulos:

- Diagnóstico integrado;
- Prognóstico quanto à situação dos recursos hídricos da bacia, cobrindo (a) um cenário tendencial e uma visão de futuro; (b) uma prospecção quanto a cenários alternativos; e (c) as alternativas de compatibilização entre disponibilidades e demandas, bem como entre os interesses internos e externos à bacia, considerados esses cenários;
- Plano propriamente dito, compreendendo (a) um conjunto de diretrizes e metas para que a visão de futuro adotada para a bacia seja construída no horizonte de planejamento; (b) um conjunto de intervenções para conquistar essa visão de

futuro; e (c) um conjunto de indicadores para acompanhar a implementação do plano.

Cabe lembrar, conforme apresentado anteriormente, que os estudos de inventário hidrelétrico devem se basear no PNRH, e também, caso existam, no Plano Estadual de Recursos Hídricos e Planos de Bacias Hidrográficas.

III.3.2. Enquadramento dos Corpos d'Água

Conforme o artigo 9º da Lei nº 9.433/97, o enquadramento dos corpos d'água é o estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo. O enquadramento busca assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e a diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. O enquadramento deverá ser desenvolvido em conformidade com os Planos de Recursos Hídricos e ser estabelecido pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou Conselhos Estaduais, mediante proposta apresentada pela Agência de Bacia Hidrográfica ao respectivo Comitê.

Desta forma, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos nos corpos d'água para atender às necessidades estabelecidas pela comunidade. Assim, a classe do enquadramento deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade, levando em conta as suas prioridades de uso. A discussão e o estabelecimento desse pacto ocorrerão dentro do SINGREH e, dentro deste contexto, o enquadramento serve de referência para os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos (outorga, cobrança, planos de bacia) e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento, monitoramento), sendo, portanto, um importante elo entre o SINGREH e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).

As principais regulamentações para o enquadramento são as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e do CNRH. A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, define o sistema de classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o enquadramento. A Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, estabelece o enquadramento das águas subterrâneas. A

Resolução CNRH nº 91, de 5 de novembro de 2008, trata dos procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

Ao longo dos últimos anos, a ANA tem apresentado propostas de enquadramento no âmbito da elaboração dos Planos de Recursos Hídricos. Em 2004, foi elaborada uma proposta de enquadramento no Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco que foi aprovada pelo Comitê da Bacia. Em 2006, o Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, estado do Rio de Janeiro, apresentou uma proposta de enquadramento, a qual foi aprovada pelo Comitê. Em 2007, a ANA elaborou uma proposta de enquadramento dos trechos dos rios Mundaú, Canhoto e Inhumas e da Lagoa Mundaú no estado de Alagoas. Em 2008, uma proposta de enquadramento foi feita no Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia.

III.3.3. Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos

De acordo com a Lei nº 9.433/1997, a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos é um ato administrativo expedido pelos Órgãos Gestores de Recursos Hídricos (órgãos outorgantes) mediante o qual se autoriza o usuário de água (outorgado) a utilizar os recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos, por prazo determinado e nos termos e condições expressas no respectivo ato administrativo.

É esse documento que garante o efetivo direito de acesso à água pelo usuário e assegura que, em épocas de estiagem, o volume de água concedido não faltará ou, pelo menos, terá ocorrência de não atendimento à demanda significativamente reduzida.

Nos rios de domínio da União, compete à Agência Nacional de Águas outorgar o direito de uso de recursos hídricos. Já nos rios de domínio dos Estados, a incumbência é dos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos.

São de domínio da União, lagos e rios que banham mais de um Estado, sirvam de limites entre Estados ou com outros países, ou que se estendam a território estrangeiro. São de domínio estadual, as águas subterrâneas e os corpos de água superficiais que apresentam nascente e foz em um único território estadual

Para preservar o princípio dos usos múltiplos, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos será estabelecida conforme as prioridades definidas nos planos de recursos hídricos e de acordo com os respectivos enquadramentos.

Estão sujeitos à obtenção de outorga os seguintes usos:

- Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

A outorga pode ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias de acordo com a Lei nº 9.433/97:

- Não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;
- Ausência de uso por três anos consecutivos;
- Necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;
- Necessidade de prevenir ou reverter grave degradação ambiental;
- De interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;
- Necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

Hidroeletricidade e Usos Múltiplos

Conforme vimos, para viabilizar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, foi promulgada a Lei nº 9.984[278], de 17 de julho de 2000, que criou a Agência Nacional de Águas (ANA).

[278] Art. 1º Esta Lei cria a Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo regras para a sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos.

Dentre as atribuições da ANA, destacamos aquelas referentes ao uso múltiplo dos reservatórios, descritas no Capítulo II, Art. 4º, inciso XII, complementado pelo § 3º do inciso XXII.

> *Art. 4º A atuação da ANA obedecerá aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e será desenvolvida em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cabendo-lhe:*
> *XII – definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;*
> *XXII - coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens e encaminhá-lo, anualmente, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de forma consolidada. (Incluído pela Lei nº 12.334, de 2010)*
> *§ 3º Para os fins do disposto no inciso XII deste artigo, a definição das condições de operação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos será efetuada em articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.*
> (Lei 9.984/2000)

No que tange à outorga, os artigos e parágrafos mais relevantes são:

> *Art. 6º A ANA poderá emitir outorgas preventivas de uso de recursos hídricos, com a finalidade de declarar a disponibilidade de água para os usos requeridos, observado o disposto no art. 13 da Lei nº 9.433, de 1997.*
> *Art. 7º Para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL deverá promover, junto à ANA, a prévia obtenção de declaração de reserva de disponibilidade hídrica.*
> *§ 2º A declaração de reserva de disponibilidade hídrica será transformada automaticamente, pelo respectivo poder outorgante, em outorga de direito de uso de recursos hídricos à instituição ou empresa que receber da ANEEL a concessão ou a autorização de uso do potencial de energia hidráulica.* (Lei 9.984/2000)

Anteriormente à criação da ANA em 2000, conforme visto, foi instituída a "Leis das Águas" em 1997, ambas, posteriores a reforma do setor elétrico, iniciada com a "Lei das Concessões" em 1995 e continuada através de diversos atos legais e normativos,

dentre os quais, cumpre destacar, o parágrafo 3º do artigo 31º da Lei nº 9.427 que instituiu a ANEEL.

> *§ 3º Os órgãos responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos e a ANEEL devem se articular para a outorga de concessão de uso de águas em bacias hidrográficas, de que possa resultar a redução da potência firme de potenciais hidráulicos, especialmente os que se encontrem em operação, com obras iniciadas ou por iniciar, mas já concedidas* (Lei 9.427/1996)

Segundo HORA (2008), o parágrafo 3º do referido diploma legal pode conduzir ao entendimento de que os aproveitamentos hidrelétricos são prioritários nas bacias hidrográficas, o que não se coaduna com os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos da Lei nº 9.433/97, especificamente no que se refere aos usos prioritários.

Por outro lado, em 1998, a Lei 9.648 deu nova redação a diversos artigos de diversas leis[279], merecendo destaque aquele referente às outorgas.

> *Art. 3º. Os arts. 1º, 10, 15, 17, 18, 28 e 30 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, que estabelece normas para a outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos, passam a vigorar com as seguintes redações:*
> *§ 3º É vedado ao edital referido no parágrafo anterior estipular, em benefício da produção de energia elétrica, qualquer forma de garantia ou prioridade sobre o uso da água da bacia hidrográfica, salvo nas condições definidas em ato conjunto dos Ministros de Estado de Minas e Energia e do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, em articulação com os Governos dos Estados onde se localiza cada bacia hidrográfica.* (Lei 9.648/1998)

HORA (2008), analisou as declarações de reserva de disponibilidade hídrica (DRDH) obtidas por ocasião dos estudos de viabilidade, tomando como objeto de análise, as resoluções da ANA referentes aos aproveitamentos hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio no rio Madeira.

Por se tratarem de aproveitamentos hidrelétricos em bacias hidrográficas transfronteiriças, cabe destacar os art. 2 e 3 da Resolução ANA nº 467 de 30 de Outubro de 2006[280].

[279] Altera dispositivos das Leis nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, nº 9.074, de 7 de julho de 1995, nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências.

> *Art. 2º Para os fins desta Resolução considera-se:*
> *I - rio fronteiriço: rio que, em determinado trecho ou em toda sua extensão, forma a fronteira entre dois ou mais Estados nacionais;*
> *II - rio transfronteiriço: rio que atravessa o território de dois ou mais Estados nacionais;*
> *III - lagos e reservatórios transfronteiriços: corpos d'água que se estendem pelo território de dois ou mais Estados nacionais;*
> *IV - vazão de referência: vazão que serve de referência para a definição da vazão máxima instantânea outorgável em um ponto da bacia, composta por uma fração outorgável e uma fração que deve ser mantida no rio para fins de usos múltiplos.*
> *Art. 3º A vazão máxima instantânea outorgável em corpos d'água fronteiriços e transfronteiriços será considerada como 70% da vazão de referência, multiplicada por um fator de ponderação que represente a proporção da área de drenagem da bacia, em território brasileiro, no ponto do aproveitamento.*

Especificamente para os aproveitamentos de Jirau e Santo Antônio, no rio Madeira, as reservas de disponibilidade hídrica foram estabelecidas, respectivamente, pelas Resoluções ANA nº 555 e 556, ambas de 19 de dezembro de 2006.

Da análise das resoluções, observa-se que a vazão destinada ao atendimento de outros usos consuntivos a montante dos empreendimentos foi fixada em 90 m^3/s.

> *Art. 1º. Declarar reservadas, à ANEEL, na seção do rio Madeira situada às coordenadas 09° 19' 52" de Latitude Sul e 64° 44' 04" de Longitude Oeste, as vazões naturais afluentes, conforme Tabela do Anexo I, subtraídas da vazão de 90 m³/s, destinada ao atendimento de outros usos consuntivos a montante.* (ANA, 2006a)

> *Art. 1º. Declarar reservada, à ANEEL, na seção do Rio Madeira situada às coordenadas 08° 48' 04" de Latitude Sul e 63° 57' 08" de Longitude Oeste, as vazões naturais afluentes, conforme Tabela do Anexo I, subtraídas da vazão de 90 m³/s, destinada ao atendimento de outros usos consuntivos a montante.* (ANA, 2006b)

HORA (2008) apresentou (Tabela 11) os seguintes valores para as vazões $Q_{95\%}$ e Máxima Outorgável (VMO) nos locais dos aproveitamentos hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio.

[280] Dispôs sobre critérios técnicos a serem observados na análise dos pedidos de outorga em lagos, reservatórios e rios fronteiriços e transfronteiriços.

AHEs	Coordenadas	Área de Drenagem (km^2)		$Q_{95\%}$[281] (m^3/s)	VMO (m^3/s)
		No eixo dos AHEs[282]	Em território Brasileiro		
Jirau	*09° 19' 52" de Latitude Sul e 64° 44' 04" de Longitude Oeste*	972.710	145.940	4.789	503
Santo Antônio	*08° 48' 04" de Latitude Sul e 63° 57' 08" de Longitude Oeste*	988.873	162.166	4.869	559

Tabela 11: Área de Drenagem, $Q_{95\%}$ e VMO

Fonte: HORA (2008)

Para o cálculo das áreas de drenagem, em território brasileiro, contribuintes ao local dos futuros aproveitamentos, foi utilizado o modelo SisVazNat[283].

Do exposto, três considerações merecem destaque:

A primeira, conforme destacou HORA (2008), refere-se à existência de um saldo positivo de água (413 m^3/s e 469 m^3/s) que poderia ser utilizado ao longo dos anos pelos demais usuários da água localizados a montante dos empreendimentos.

A segunda refere-se à necessidade de se considerar toda a rede de drenagem da bacia, e não somente a parcela do território nacional, sendo fundamental, que os dados dos postos fluviométricos sejam compartilhados pelos países que integram a bacia hidrográfica transfronteiriça.

[281] A legislação relativa à outorga para utilização dos recursos hídricos superficiais em cursos d'água, em alguns estados do Brasil, estabelece como fluxo residual mínimo a ser mantido a jusante das derivações uma porcentagem da $Q_{7,10}$ (vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos), da $Q_{90\%}$ (vazão associada à permanência de 90% no tempo) ou da $Q_{95\%}$ (vazão associada à permanência de 95% no tempo). (BAENA *et al.* 2004)

[282] As áreas totais envoltórias aos aproveitamentos, as coordenadas e as vazões de referência foram extraídas das fichas-resumo disponíveis na ANEEL nos endereços eletrônicos: <www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Ficha-Resumo%20Santo%20Antônio.pdf> e <www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Ficha-Resumo%20Jirau.pdf>. (HORA, 2008)

[283] Ao final de 2004, o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), por intermédio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), responsável pela implementação do Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO), acolheu propostas para seleção de instituições para formação de rede no âmbito do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH), na forma da Chamada Pública MCT/FINEP/Ação Transversal – Desenvolvimento de Aplicativos – SNIRH – 09/2004. O termo de referência elaborado pela ANA e pelo CT-Hidro estabeleceu as diretrizes gerais, os objetivos, os trabalhos e produtos a serem apresentados. O modelo SisVazNat foi desenvolvido no âmbito doa Rede de Pesquisa 4: Construção de Sistema Generalizado para Reconstituição de Vazões Naturais Médias Mensais em Bacias Hidrográficas para Apoio ao Desenvolvimento do SNIRH. O grupo de pesquisa contou com o envolvimento da Universidade Federal Fluminense, do Programa de Engenharia Civil da COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e da Universidade da Paraíba. O SisVazNat foi concebido para funcionar de forma interativa com o usuário e operar de forma automática e integrada com a ANA, via webservice, de modo a permitir a atualização frequente das informações, além de ter sido estruturado para gerar vazões naturais em qualquer ponto de um curso d'água em território brasileiro. (FINEP, 2004)

De fato, conforme afirma TUCCI (1997), para ser efetiva, a estimativa da oferta de água superficial deve ser feita em toda a rede de drenagem da bacia. Entretanto, como as vazões são geralmente medidas, apenas, em alguns pontos específicos (postos fluviométricos), um dos desafios em hidrologia é espacializar (regionalizar) essa informação para toda a área de interesse. Esta regionalização de vazões, por sua vez, pode ser definida como um conjunto de ferramentas que exploram, ao máximo, as informações existentes, visando a estimativa das variáveis hidrológicas (como vazões mínimas), em locais sem dados ou com dados insuficientes.

Por fim, a terceira, intrinsecamente associada às duas primeiras, refere-se aos diversos conflitos pelo uso dos recursos hídricos já existentes em território nacional, que podem "atravessar" a fronteira. Ainda neste capítulo III, serão apresentados alguns conflitos pelo uso da água envolvendo as hidroelétricas no Brasil.

III.3.4. Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos

Prevista desde o Código de Águas de 1934, a cobrança pelo uso da água passou a ser aplicada como instrumento de gestão com a Lei nº 9.433/97. Seu objetivo é reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, em função da quantidade e da qualidade existente e do uso a que se destina. Além disso, visa incentivar a racionalização do uso da água, além de obter recursos financeiros para o financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos planos de recursos hídricos, como também para as despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Lei prevê que a cobrança seja sempre associada à outorga e que os recursos oriundos da cobrança sejam aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que forem gerados.

A competência para realizar a cobrança é do detentor do domínio do recurso hídrico, ou seja, da União ou dos Estados, diretamente por intermédio do órgão gestor dos recursos hídricos (ANA e entidades estaduais correlatas), ou indiretamente mediante o apoio da agência de bacia ou da entidade delegatária dessa função, nesse caso mediante a celebração de um Contrato de Gestão. Considerado o instrumento de maior grau de complexidade, a cobrança pelo uso da água foi implementada até o

momento nos Estados do Ceará, Rio de Janeiro e São Paulo; no âmbito das águas de domínio da União, a cobrança começou a ser implantada na bacia do rio Paraíba do Sul, na região Sudeste, em março de 2003.

A Lei 9.433 estabelece que os recursos arrecadados com a cobrança, devem ser aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados, porém, encontra-se em tramitação na Câmara, o Projeto de Lei 29/2011[284] que sugere alterações na Lei 9.433/97. Pelo projeto serão necessários planos estaduais de recursos hídricos para o acesso das unidades da Federação aos recursos da União destinados ao setor. Apesar de haver consenso geral sobre a necessidade desses planos estaduais, eles não são legalmente obrigatórios, tendo em vista que lei federal não pode impor tal obrigação a outros entes federados (pacto federativo). De acordo com o PL 29/2011, os valores arrecadados com essa cobrança passam a ser aplicados exclusivamente na mesma bacia hidrográfica em que foram gerados, e não mais prioritariamente. O projeto ainda passará pela análise das comissões de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; de Minas e Energia; de Finanças e Tributação; e de Constituição e Justiça e de Cidadania.

Compensação Financeira Pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH)

A Constituição Federal, em seu artigo 20, assegurou aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração, conforme transcrito abaixo (trecho de interesse):

> *"É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União,participação no resultado da exploração (...) de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica (...) ou compensação financeira por essa exploração."*

[284] De autoria do deputado Weliton Prado (PT-MG), o PL 29/11 tem praticamente o mesmo conteúdo do PL 3522/08, do ex-deputado José Fernando Aparecido de Oliveira (PV-MG), arquivado ao final da última legislatura.

No ano seguinte, o art. 20 da Constituição Federal foi regulamentado pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, que estabeleceu o percentual de 6% (seis por cento) sobre o valor da energia produzida, a título de compensação pela utilização de recursos hídricos, a serem pagos pelos concessionários de serviço de energia elétrica aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, em cujos territórios se localizarem instalações destinadas à produção de energia elétrica, ou que tenham áreas invadidas por águas dos respectivos reservatórios.

Atualmente, a regulamentação da Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos está estabelecida na Lei nº 9.984, de 14 de julho de 2000, que criou Agência Nacional de Águas. A referida lei trouxe uma importante alteração no cálculo, incorporando um percentual de 0,75% correspondente à cobrança pelo uso da água, destinada ao Ministério de Meio Ambiente (MMA) para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A arrecadação da Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos obedece ao seguinte cálculo e distribuição[285] (Figura 29):

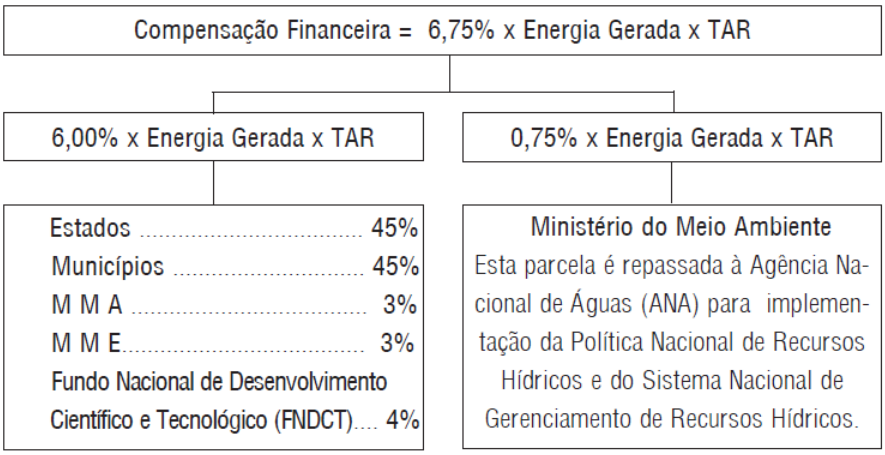


Figura 29: Beneficiários da Compensação e percentuais

Fonte: ANEEL, 2005

A TAR (Tarifa Atualizada de Referência – TAR) é fixada pela ANEEL, sendo reajustada anualmente e revisada a cada quatro anos. A partir de 2006, a TAR passou a

[285] A distribuição dos recursos da Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos entre os beneficiários foi estabelecida pela Lei n° 8.001, de 13 de março de 1990, com as alterações dadas pela Lei n° 9.993, de 24 de julho de 2000.

ser reajustada pelo IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor)[286] e não mais pelo IGP-M (Índice Geral de Preços de Mercado)[287].

A compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para geração de energia elétrica a municípios, estados e União, incluindo os *royalties*[288] de Itaipu, chegou a R$ 166,4 milhões em julho de 2011 e totalizou R$ 1,1 bilhão no acumulado do ano, de janeiro a julho. No mês de julho, 663 municípios de 21 estados e o Distrito Federal e a União receberam R$ 136,7 milhões a título de Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos, enquanto a transferência de R$ 29,7 milhões de *royalties* chegou a 341 municípios de cinco estados e do Distrito Federal e à União. Nos primeiros sete meses do ano, foram distribuídos um total de R$ 953,6 milhões por CFURH e R$ 211 milhões em *royalties.* (ANEEL, 2011b)

Destaca-se que a Compensação Financeira do setor elétrico, ainda que não tenha um critério ambiental objetivo, pode ser reconhecida como instrumento econômico aplicado à gestão ambiental das usinas hidrelétricas. Esse reconhecimento se deve às características de tributo ambiental, em que se configuram: a) o pagamento pelo uso do recurso natural para o desenvolvimento de uma atividade econômica, que configura o princípio do usuário pagador, e b) destinação de recursos para minimizar as externalidades associadas às usinas hidrelétricas. Reforça essa posição o fato de o princípio do poluidor pagador ter evoluído desde sua definição em 1972, passando a englobar, também, as compensações financeiras (OECD, 2002 *apud* SILVA, 2007).

Conforme vimos, os recursos financeiros do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) são constituídos por 4% da compensação financeira pelo uso dos recursos hídricos pelas usinas hidroelétricas que é dada aos Estados, Municípios e à Federação pela inundação de suas terras. Deste percentual, 30% devem ser aplicados em projetos de instituições das regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste.

---

[286] O IPCA mede a variação nos preços de produtos e serviços consumidos pelas famílias com rendas entre 1 e 40 salários mínimos. O período de coleta de preços vai do primeiro ao último dia do mês corrente. (IBGE, 2011)

[287] O IGP-M é composto por três índices: Índice de Preços no Atacado (IPA), Índice de Preços ao Consumidor (IPC) e Índice Nacional do Custo da Construção (INCC), que representam 60%, 30% e 10%, respectivamente. (MF, 2011)

[288] Um caso especial de Compensação Financeira pela utilização de recursos hídricos para a geração de energia são os *royalties* pagos pela Usina Hidrelétrica de Itaipu. O pagamento dos royalties foi definido no Tratado de Itaipu, assinado por Brasil e Paraguai, em 26 de abril de 1976. Segundo o Artigo XV, os *royalties* constituem pagamento pelo uso do potencial hidráulico devendo ser calculados como segue: *Royalties* = Energia Gerada x US$ 650 x Taxa de Câmbio x K; onde K é um fator de atualização monetária do valor do GWh.

Os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, criados a partir de 1999, são instrumentos de financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no País. Há 16 Fundos Setoriais, sendo 14 relativos a setores específicos e dois transversais. Destes, um é voltado à interação universidade-empresa (FVA – Fundo Verde-Amarelo), enquanto o outro é destinado a apoiar a melhoria da infraestrutura de ICTs (Inovação, Ciência e Tecnologia). (FINEP, 2011)

Os Fundos Setoriais implementados até a presente data são os seguintes: CT-Aero (Aeronáutica), CT-Agro (Agronegócios), CT-Amazônia, CT-Aquaviário, CT-Biotec (Biotecnologia), CT-Energ (Energia), CT-Espacial, CT-Info (Tecnologia da Informação), CT-Infra (Infraestrutura), CT-Mineral, CT-Petro (Petróleo e Gás Natural), CT-Saúde, CT-Transportes, FUNTTEL (Telecomunicações), Verde-Amarelo (Estímulo à Interação Universidade-Empresa) e CT-Hidro (Recursos Hídricos).

CT-Hidro: *O Fundo Setorial de Recursos Hídricos*

O Fundo Setorial *CT-Hidro*[289] tem como objetivo apoiar projetos científicos e de desenvolvimento tecnológico visando o conhecimento, a conservação e o uso sustentável dos recursos hídricos, e a prevenção e defesa contra fenômenos hidrológicos críticos naturais ou devidos ao uso inadequado de recursos naturais.

A gestão do Fundo é realizada por um comitê Gestor que tem como presidente o representante do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e membros representantes da Agência Nacional de Águas (ANA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério de Minas e Energia (MME), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Pesquisa (CNPq) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), um representante da comunidade científica e um representante do setor produtivo.

[289] Marcos Regulatórios: Lei nº 9.993 de 24.07.2000 que alterou a redação da Lei nº 8.001 de 13 de março de 1990 com o objetivo de destinar ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico recursos oriundos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica; Decreto nº 3874 de 19.07.2001 que regulamentou o inciso v do art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 e da Lei nº 167 9.993 de 24 de julho 2000, destinando ao setor de ciência e tecnologia, recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e a Portaria MCT nº 386, de 30.08.2001 que instituiu o Comitê Gestor com a finalidade de administrar a aplicação dos recursos repassados ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT para financiar atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico do setor de recursos.

A concepção dos Fundos Setoriais tem fundamental importância na garantia de investimentos permanentes em pesquisa científica e tecnológica visando atender os desafios do país. Através de editais direcionados aos problemas nacionais identificados pelo comitê gestor, a comunidade científica é convidada a participar deste processo.

Projetos de Pesquisa & Desenvolvimento (P&Ds) do Setor Elétrico

Com o objetivo de incentivar no setor elétrico, a busca permanente por inovações através da pesquisa científica, foi aprovada Lei nº 9.991/2000, que dispôs sobre realização de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica[290], definindo os percentuais mínimos da Receita Operacional Líquida (ROL) a serem utilizados em projetos de P&D e Programas de Eficiência Energética (PEE), além dos percentuais destinados ao FNDCT e ao MME.

Com a alteração dada pela Lei nº 12.212/2010, os percentuais mínimos vigentes ficaram estabelecidos conforme apresentado na tabela 12 a seguir:

Segmento	Lei 12.212/2010 (alterou incisos I e III do art. 1º da 9.991/2000)							
	Vigência: 21/01/2010 a 31/12/2015				A partir de 1º/01/2016			
	P&D	PEE	FNDCT	MME	P&D	PEE	FNDCT	MME
D	0,20	0,50	0,20	0,10	0,30	0,25	0,30	0,15
G	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20
T	0,40		0,40	0,20	0,40		0,40	0,20

Tabela 12: Distribuição dos percentuais relativos à Lei 9.991/2000

Fonte: ANEEL, 2011c

As diretrizes e orientações que regulamentam a elaboração de projetos de P&D por meio são estabelecidas pelo Manual de Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica, disponibilizado pela ANEEL.

Não obstante a obrigatoriedade de utilização destes recursos em projetos de P&D, verifica-se que em algumas empresas do setor, os recursos estão longe de ser totalmente utilizados, por conta da insuficiência de projetos propostos.

Tem influência neste resultado, a inexistência de incentivos aos gerentes de projeto de P&D que não vêm motivos para uma "nova frente de trabalho"; a ausência –

[290]Regulamentada pelo Decreto nº 3.867, de 16.07.2001.

de modo geral - de uma cultura de pesquisa nas organizações; e a pouca interação entre órgãos, necessária aos projetos multidisciplinares, dentre outros.

Nesse sentido, impõe-se a necessidade de uma coordenação transversal que possa articular os diversos órgãos com este objetivo e a criação de incentivos para os gerentes de projeto, ainda que seja através da inclusão da valorização da formação acadêmica *stricto sensu* nos "Planos de Carreiras" das empresas.

III.3.5. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) tem os seguintes objetivos:

- Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- Atualizar, permanentemente, as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos;
- Fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Cabe à Agência Nacional de Águas, organizar, implantar e gerir o SNIRH (artigo 4º, inciso XIV, da Lei nº 9.984/2000). A figura 30, a seguir, apresenta a arquitetura do sistema.

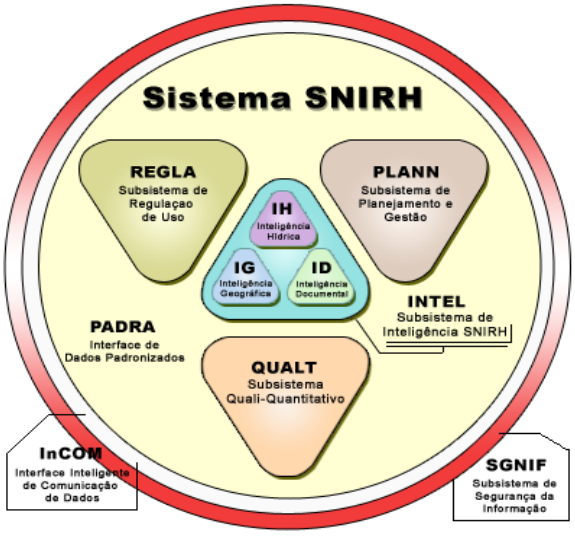


Figura 30: Diagrama de Composição do SNIRH.

Fonte: ANA, 2009b

O Subsistema de Planejamento e Gestão tem por objetivo dar visibilidade aos processos de planejamento e gestão dos recursos hídricos, permitindo o acompanhamento sistemático da situação das águas no Brasil e do grau de implementação do SINGREH. Além disso, esse subsistema tem como objetivo a construção de cenários exploratórios de forma a subsidiar a elaboração de planos de recursos hídricos.

O Subsistema de Inteligência Geográfica integra os demais subsistemas e módulos do SNIRH, conferindo lógica e consistência ao conjunto. Utilizando o conceito de hidrorreferenciamento, permite extrair dados e informações de cada trecho da rede hidrográfica.

O Subsistema de Inteligência Documental visa a elaboração de uma base de dados de documentos referentes à gestão descentralizada dos recursos hídricos no Brasil, incluindo aqueles produzidos no âmbito de comitês de bacia e outros órgãos gestores.

O Subsistema de Regulação de Usos reúne informações sobre os usos de recursos hídricos em todo o território nacional, visando facilitar a sua regulação em bacias hidrográficas com dominialidades repartidas entre a União e os estados. O referido subsistema está associado a alguns processos que são instrumentos de gestão previstos na Lei nº 9.433/97, a saber: (i) Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH); (ii) Outorga de direito de uso de recursos hídricos e (iii) Cobrança e fiscalização dos usos da água nos corpos hídricos.

O Subsistema de Dados Quali-Quantitativos visa o armazenamento e processamento de todos os dados hidrometeorológicos que servirão como subsídios não só para os demais subsistemas do SNIRH, mas também para os sistemas de informações estaduais e de outras entidades. O subsistema armazena informações de qualidade e quantidade de água provenientes do monitoramento hidrometeorológico e da operação hidráulica de reservatórios dos quais se destacam: dados de postos fluviométricos e pluviométricos, dados concernentes à qualidade de água, dados históricos e de operação hidráulica de reservatórios, vazões naturais reconstituídas e outros tipos de dados oriundos de estudos hidrológicos.

O Subsistema de Inteligência Hídrica incorpora os processos necessários para a geração de informações hidrológicas, com base nos dados brutos gerados por monitoramento e em modelos hidrológicos, a fim de atender às necessidades do sistema sobre informações de disponibilidade hídrica. Fornece essas informações para o

planejamento e outorga, além de centralizar o processo de planejamento da operação hidráulica dos reservatórios, visando possibilitar o uso adequado dos recursos hídricos em suas múltiplas finalidades. O subsistema visa, também, orientar a operação hidráulica de reservatórios por meio de simulações de operação e construção de cenários.

III.4. Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e a Vulnerabilidade dos Aproveitamentos Hidroelétricos

Os recursos hídricos estão desigualmente repartidos na superfície do planeta. Os problemas de escassez não são de ordem mundial, mas têm, todavia, fortes implicações na escala regional. Para deter este problema, é necessário se colocar no contexto da dinâmica do ciclo hidrológico. No cálculo da quantidade de água doce que se pode dispor para suprir as necessidades das atividades humanas, o que conta não é a soma total das reservas de água doce mundial, mas a taxa de renovação destas fontes pelo ciclo hidrológico do planeta e em qual medida estas fontes são valorizadas/utilizadas sustentavelmente. Na escala mundial, há uma imensa diferença entre o enorme volume de água salgada e a pequena fração de água doce; os oceanos representam, cerca de 97,5% do volume total, enquanto que a água doce somente 2,5%. Sobre esta pequena fração, estima-se que as calotas glaciais e os glaciais da Antártica, da Groelândia e das regiões montanhosas representem cerca de 70% da água doce, e as reservas de água subterrânea nos lençóis e aquíferos, um pouco mais de 30% (OMM, 2005) (Figura 31)

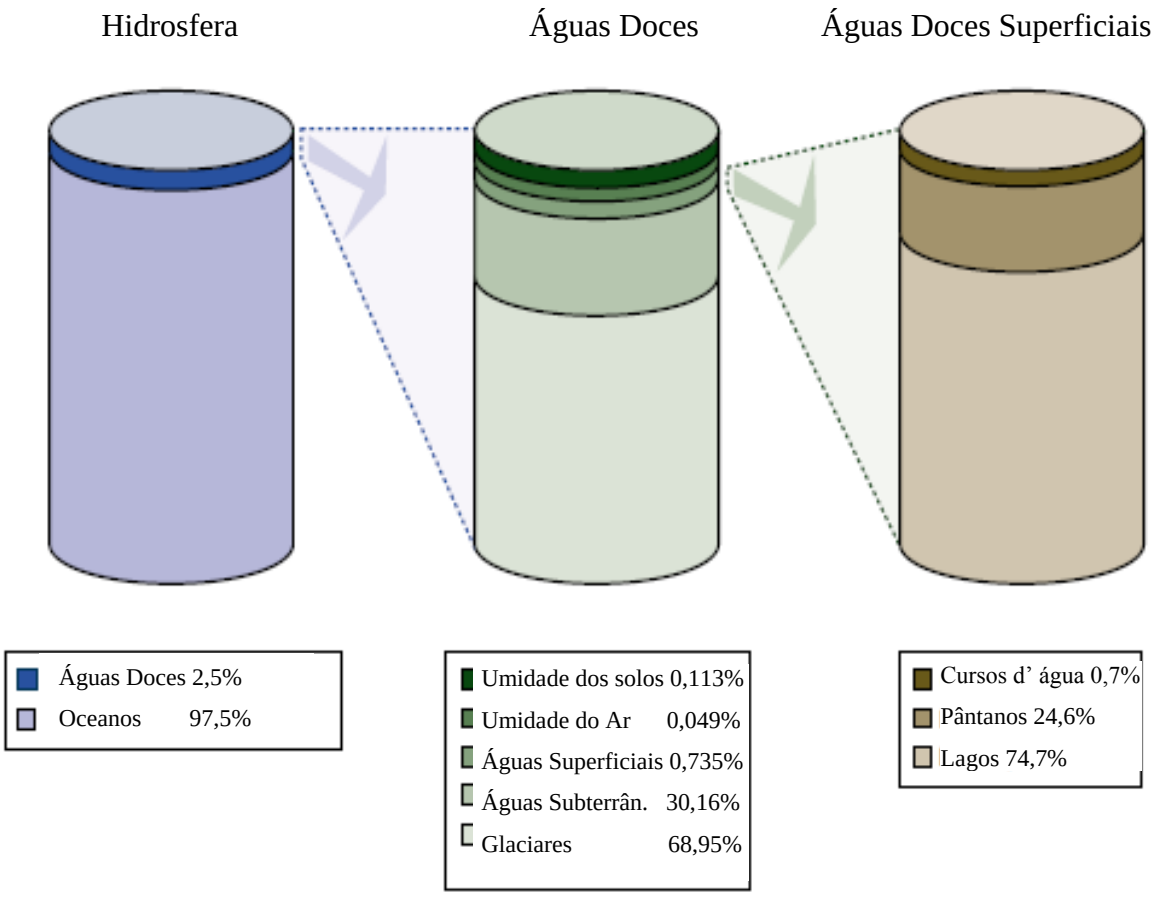


Figura 31: Repartição da Água na Terra

Fonte: OMM, 2005

Segundo a OMM (2005), a aceleração do crescimento demográfico mundial fez incontestavelmente parte da reviravolta do presente século. Para os diversos aspectos de utilização dos recursos hídricos, as consequências do crescimento demográfico são enormes. A característica renovável da água tem certos limites e não será sempre possível responder à demanda crescente. Na escala mundial, as reservas de água por habitante diminuíram 1/3 entre 1970 e 1990, de sorte que não há sombra de dúvida sobre o fato que o crescimento demográfico constitui um dos principais motores da mudança quanto aos modos de utilização deste recurso e de que a água continuará tendo o mesmo papel. Esta demanda crescente sobre os recursos hídricos também pode conduzir a conflitos entre diferentes usuários e diferentes países (recursos hídricos transfronteiriços). Numerosos são os países presos no equilíbrio a se manter entre as reservas de água e a demanda da população em rápido crescimento.

Conscientes da aceleração da demanda pela água e de uma sensibilização crescente da importância do meio ambiente, os participantes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, estabeleceram o programa Agenda 21, entendida como um plano diretor para o futuro. No capítulo sobre água doce da Agenda 21 (capítulo 18), indicou-se que o conhecimento quantitativo e qualitativo do ciclo hidrológico é essencial para que se possa gerir eficazmente os recursos hídricos. Mas, percebe-se também que os sistemas de alerta, as bases e arquivos de dados, as avaliações dos recursos e da sua proteção e da luta contra a poluição - aos quais temos tanta necessidade - passam pouco a pouco a um plano anterior de preocupações. Pela falta de informações hidrológicas[291], numerosos programas de tomada de valor dos recursos hídricos não podem ser implantados de maneira ótima, o que provoca um desperdício dos recursos financeiros. A viabilidade de tais programas repousa em grande parte sobre a disponibilidade de informações de base sobre o estado dos recursos hídricos, ao mesmo tempo, apropriados e exatos.

De fato, uma avaliação das disponibilidades de água exige dados meteorológicos, hidrológicos e conexos sobre a quantidade total de água que uma bacia pode fornecer. É necessário para tanto, melhorar nossos conhecimentos sobre o ciclo hidrológico, segundo o qual, a água dos oceanos e outras massas de água evaporam, se acumulam nas nuvens sob a forma de vapor d'água, é transportada pelo vento e depois termina retornando aos oceanos e outras massas d'água sob a forma de chuva ou neve, assim como por escoamento até os lençóis subterrâneos. (Figura 32)

O Brasil tem uma posição privilegiada no mundo em relação à disponibilidade de recursos hídricos. De toda a água doce superficial existente na Terra, o Brasil possui 12%, conforme se verifica no gráfico 16 abaixo.

[291] Segundo OMM (2005), no âmbito dos trabalhos empreendidos no seio dos programas científicos internacionais que necessitam de informações relativas à água, notadamente as atividades de pesquisa sobre o ciclo hidrológico na escala mundial e àquelas que tratam a variabilidade do clima e das mudanças climáticas, tais como o Programa Climatológico Mundial e o Sistema Mundial de Observação do Clima, as possibilidades em se obter as informações hidrológicas estão longe de serem satisfatórias. Na escala internacional, a coleta de dados hidrológicos está incumbida aos centros especializados, notadamente o Centro Mundial de Dados sobre Escoamento, de Coblence, Alemanha, e o Centro Internacional de Avaliação dos Recursos Hídricos Subterrâneos nos países baixos. Na escala regional, os conjuntos de dados são também coletados sob os auspícios do projeto FRIEND, implementado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Constata-se que estes conjuntos de dados não tem representatividade espacial e frequentemente de qualidade.

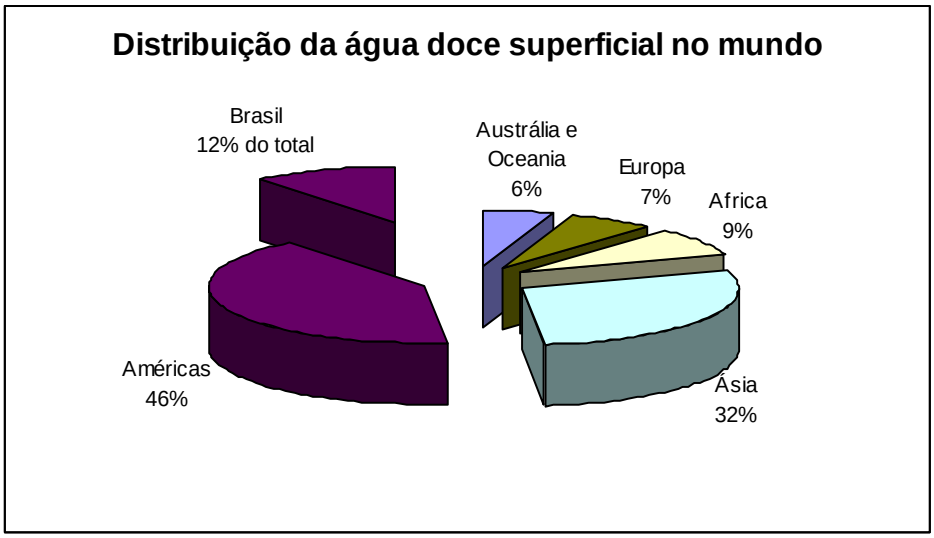


Gráfico 16: Distribuição da água doce superficial no mundo

Fonte: Elaboração Própria a partir de ANA (2007b)

Apesar da grande disponibilidade hídrica existente no Brasil, essa disponibilidade não se dá de forma homogênea nas diferentes regiões do país. Existe uma grande variabilidade temporal e espacial desta disponibilidade, que gera situações de abundância e de convivência com graves cenários de escassez. Esse quadro exige do poder púbico, uma adequada gestão dos recursos hídricos, de forma a compensar essas diferenças.

III.4.1. Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico descreve a circulação da água entre o oceano, a atmosfera e os terrenos, dependendo para isso, da energia solar. Após a precipitação das chuvas, parte da água evapora-se, outra escoa para os rios, lagos e mares e outra parte infiltra-se no solo, reabastecendo os aquíferos.

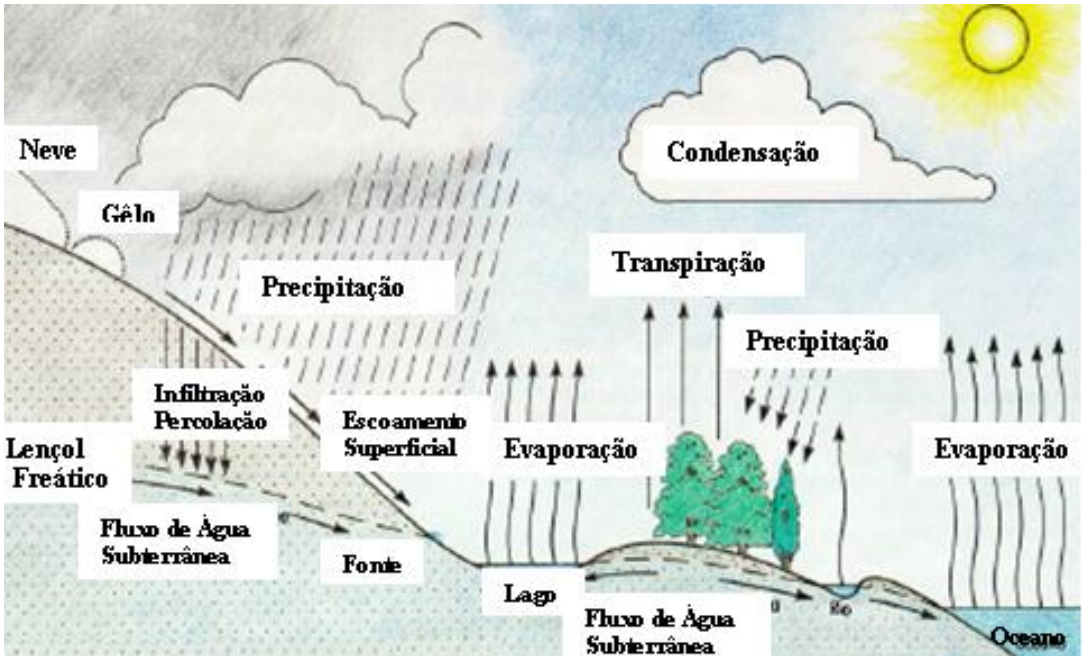


Figura 32: Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico, obviamente, não tem começo nem fim. A água é evaporada dos oceanos e da superfície continental e se torna parte da atmosfera. A umidade atmosférica precipita-se tanto nos oceanos como nos continentes. O ciclo da água envolve vários processos, tais como, a evaporação, a precipitação, a interceptação vegetal, a transpiração, a infiltração, a percolação, o escoamento superficial, etc.

Segundo o Programa Hidrológico Internacional, o Ciclo Hidrológico envolve um volume de água de 577.200 km^3/ano.

A Hidrologia pode ser entendida como a ciência que trata do estudo da água na natureza. É parte da geografia física e abrange, em especial, propriedades, fenômenos e distribuição da água na atmosfera, na superfície da Terra e no subsolo. Os componentes do ciclo hidrológico são apresentados a seguir.

Precipitação: Entende-se por precipitação a água proveniente do vapor de água da atmosfera depositada na superfície terrestre de qualquer forma, como chuva, granizo, orvalho, neblina, neve ou geada.

Interceptação Vegetal: Refere-se à coleta de chuva sobre a superfície das plantas. Pode atingir até 25% da precipitação anual total. Os fatores que mais influenciam na

quantidade de água interceptada são o tipo de vegetação, a densidade da vegetação, o estágio de crescimento, a estação do ano e a velocidade do vento.

Evaporação: É o conjunto dos fenômenos da natureza física que transformam em vapor a água da superfície do solo, dos cursos de água, lagos, reservatórios de acumulação e mares.

Transpiração: É a evaporação devida à ação fisiológica dos vegetais. As plantas, através de suas raízes, retiram do solo a água para as suas atividades vitais. Parte dessa água é cedida a atmosfera, sob a forma de vapor. De toda a água absorvida pelo sistema radicular de uma planta, apenas uma pequena fração fica retida. A maior parte é evaporada pela parte aérea para o ar circundante. Verificou-se que, numa planta de milho, cerca de 98 % da água absorvida é evaporada pela planta, 1.8 % é retida na planta e apenas 0.2 % é utilizada na fotossíntese. Ao conjunto das duas ações (evaporação e transpiração), denomina-se evapotranspiração.

Infiltração e Percolação[292]: Infiltração é a passagem de água da superfície para o interior do solo. Portanto**,** é um processo que depende fundamentalmente da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado da sua superfície e das quantidades de água e ar, inicialmente presentes no seu interior. Refere-se à penetração da água nas camadas do solo próximas a superfície do terreno, movendo-se para baixo, através dos vazios, sob a ação da gravidade, até atingir uma camada suporte, que a retém, formando então a água do solo. (Figura 33)

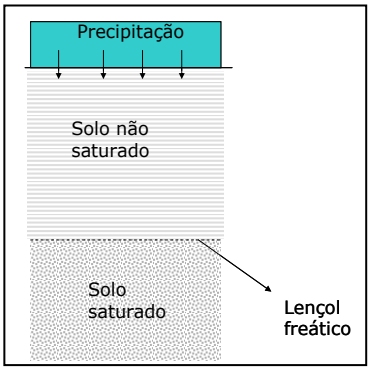


Figura 33: Infiltração e Percolação

Escoamento superficial: É o segmento do ciclo hidrológico que estuda o deslocamento das águas na superfície da Terra.

[292] Embora se faça distinção entre infiltração e percolação no movimento da água dentro do solo, os dois fenômenos estão fortemente associados, uma vez que a infiltração não pode continuar livremente, sem que a percolação remova a água infiltrada anteriormente.

III.4.1.1. Água Subterrânea

A Resolução nº 15 de 11 de Janeiro de 2001, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos define os seguintes conceitos:

I - Águas Subterrâneas - as águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo;

II - Águas Meteóricas - as águas encontradas na atmosfera em quaisquer de seus estados físicos;

III- Aquífero - corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos;

IV - Corpo Hídrico Subterrâneo - volume de água armazenado no subsolo.

As águas subterrâneas têm papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas são também responsáveis pelo fluxo de base dos rios, sendo responsáveis pela sua perenização durante os períodos de estiagem. Essa contribuição em todo o mundo é da ordem de 13.000 km^3/ano (WRI, 1991 *apud* BRAGA e REBOUÇCAS, 2002), quase 1/3 da descarga dos rios.

As águas subterrâneas estão contidas nos solos e formações geológicas permeáveis denominadas aquíferos.

O reabastecimento de um aquífero ocorre basicamente a partir da infiltração de água das chuvas e, em menor escala, de corpos d'água superficiais. O maior ou menor grau de reabastecimento ou recarga depende de fatores como clima, vegetação, relevo, drenagem e geologia da região. A existência de solos porosos e permeáveis favorece a infiltração, mas essa condição pode ser ampliada se o solo for coberto por vegetação e estiver em relevo plano. Já em áreas de relevo íngreme e solos pouco permeáveis, a maior parte da água precipitada transforma-se em cursos superficiais, dificultando a infiltração. Em regiões de clima úmido e solos permeáveis, a recarga pode atingir até 25% da precipitação pluviométrica anual.

III.4.1.2. Água Atmosférica

A água proveniente da precipitação pode seguir diferentes caminhos, ora transformando-se em vazão que irá alimentar os rios e canais, ora evaporando-se a partir das superfícies do solo ou das copas das árvores, ou indo alimentar os aqüíferos permanecendo armazenada por longo tempo.

Bacia Hidrográfica

O ciclo hidrológico é normalmente estudado com maior interesse na fase terrestre, onde o elemento fundamental de análise é a bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõem-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório. (TUCCI, 2007)

A bacia é o local que reúne as mesmas características da paisagem que regem os fenômenos que nela acontecem. Sobre uma mesma área, temos o espaço físico, a flora, a fauna, e os fenômenos climatológicos ocorrendo sobre toda a área e, dessa forma, a interação entre os elementos da paisagem condiciona sua resposta hidrológica. A resposta hidrológica refere-se à produção de vazão nos canais de drenagem a partir das diferentes formas de precipitação.

III.4.2 Ciclo Hidrossedimentológico

Paralelamente ao ciclo da água, existe outro ciclo, aberto, intimamente vinculado ao ciclo hidrológico, e deste totalmente dependente, que envolve o deslocamento, transporte e o depósito de partículas sólidas presentes na superfície da bacia. Por analogia com o ciclo continental da água, pode ser chamado de ciclo hidrossedimentológico, apesar das moléculas de água, os sedimentos não terão como voltar ao meio de onde provêm. (TUCCI, 2007)

Os processos que regem o deslocamento de partículas sólidas, que em conjunto constituem o ciclo hidrossedimentológico, são desagregação, separação ou erosão, transporte, decantação (ou sedimentação), depósito e consolidação.

Desagregação: Desprendimento de partículas sólidas do meio do qual fazem parte. O impacto das gotas de chuva sobre o solo é o processo que, após a ação do homem, mais contribui para essa desagregação.

Erosão: Entende-se por erosão o processo de deslocamento de seu local de origem das partículas sólidas da superfície do solo ou das paredes dos leitos dos córregos e rios, sob efeito do escoamento.

Transporte: As partículas mais pesadas deslocam-se sobre (ou junto ao) o fundo por rolamento, deslizamento ou, eventualmente, por saltos curtos (fenômeno de saltação). Constituem a chamada descarga sólida de fundo ou arraste. As partículas mais leves deslocam-se no seio do escoamento e constituem a descarga sólida em suspensão. Podem provir da bacia vertente (chamado de deplúvio ou *wash-load*), ou do fundo e paredes da calha.

Sedimentação ou Decantação: A sedimentação designa o processo pelo qual as partículas mais finas transportadas em suspensão, tendem a restabelecer contato com o fundo do leito sob efeito da gravidade.

Consolidação: Acúmulo de partículas sobre o fundo e a compactação do depósito resultante sob efeito do próprio peso dos sedimentos, da pressão hidrostática ou qualquer outro fenômeno que venha a aumentar a densidade dos depósitos (efeito do esvaziamento de uma represa, por exemplo) (TUCCI, 2007)

Dos seis processos descritos, dois (a erosão e a sedimentação) se sobressaem pela maior importância de suas consequências e por seu papel-chave na redistribuição dos sedimentos dentro de uma bacia hidrográfica.

O conhecimento do fluxo de sedimentos em suspensão, bem como de sua variabilidade e de fenômenos a ele associados (erosão, transporte e sedimentação) permite avaliar o impacto das atividades humanas no meio ambiente (desmatamento,

navegação, etc). Além disso, a modificação nos aportes de sedimentos têm grande influência na sustentabilidade da cadeia alimentar.

Conforme veremos no capítulo IV, a bacia do rio Madeira recebe um grande aporte de sedimentos, como consequência da formação geomorfológica, que será apresentada por ocasião da caracterização da referida bacia.

III.4.3. Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação à Mudança Climática

O Brasil dispõe da maior reserva hídrica superficial do planeta, cerca de 19,4%, e um dos maiores potenciais hidráulicos. Porém, não está em situação confortável em relação à disponibilidade hídrica e localização de suas demandas consuntivas e não-consuntivas de água (FREITAS, 2003).

De fato, algo em torno de 90% da água se encontra nas bacias hidrográficas de baixa densidade demográfica dos rios Amazonas e Tocantins, no entanto, cerca de 90% da população convivem com o restante dos recursos hídricos.

Devido à grande participação das usinas hidrelétricas no SIN, a geração de energia elétrica no país é fortemente dependente dos regimes hidrológicos das bacias hidrográficas. Como existe um desequilíbrio regional na disponibilidade da água – que pode ser observado através das secas recorrentes na região Nordeste e da degradação de rios e solos na região Sudeste – novos e antigos empreendimentos hidrelétricos estão, em maior ou menor grau, vulneráveis às mudanças climáticas.

O risco de mudanças climáticas globais futuras, ou seja, de um aquecimento adicional do planeta, pode alterar o ciclo hidrológico, e com isso o regime e a disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas. De fato, mudanças diferenciadas de temperatura levam a alterações nos padrões de pressão atmosférica e ventos, portanto, podemos esperar mudanças nos padrões de precipitação.

As avaliações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que os países em desenvolvimento estão entre os mais vulneráveis às mudanças do clima. O IPCC complementa afirmando que quanto maior a dificuldade de um país em lidar com a variabilidade natural do clima e com seus eventos extremos, maior será o seu esforço para se adaptar às mudanças climáticas (POPPE e ROVERE, 2005).

Os impactos das mudanças climáticas não são distribuídos uniformemente entre regiões e populações. Na realidade, os indivíduos, setores e sistemas podem ser mais ou

menos afetados ou beneficiados. Assim, esse relativo padrão de distribuição da vulnerabilidade climática pode variar em magnitude e intensidade de acordo com a localização geográfica, o tempo, as condições sociais, econômicas e ambientais, e a infraestrutura de cada lugar.

De acordo com o IPCC (2001), "a vulnerabilidade é o grau no qual um sistema é suscetível ou incapaz de enfrentar efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade e os eventos extremos do clima. É função do caráter, magnitude e rapidez da mudança climática e da variação a que um sistema está exposto, de sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação".

Os impactos decorrentes da mudança do clima estão diretamente ligados à vulnerabilidade nos quais os sistemas naturais e antrópicos estão expostos. Aprender a lidar com a vulnerabilidade, em especial, com a sensibilidade e com a capacidade de adaptação a esses impactos, será o caminho mais eficaz para mitigar o problema das mudanças climáticas[293]. Para tanto, faz-se necessário a definição de métodos e estratégias para nortear os estudos de pesquisa nessa área e a aplicação dos mesmos nas diferentes regiões. Nesse sentido, o terceiro relatório do IPCC (2003) estabeleceu setores de atuação para estudos em vulnerabilidade climática nos sistemas humanos, dentre os quais merecem destaque os seguintes:

- Recursos hídricos - secas, enchentes e precipitações intensas;
- Agricultura e segurança alimentar;
- Atividades econômicas;
- Assentamentos humanos;

O entendimento da adaptação é essencial para uma avaliação de impacto e vulnerabilidade e, consequentemente, fundamental para estimar os custos e riscos das mudanças climáticas. A magnitude na qual os ecossistemas, o suprimento alimentar e o desenvolvimento sustentável são vulneráveis depende da exposição dos mesmos aos impactos das mudanças climáticas e a habilidade dos sistemas afetados para se adaptar. Então, para se avaliar o risco das mudanças climáticas, a avaliação de impacto e vulnerabilidade deve considerar a probabilidade de ocorrência de adaptação autônoma a essas mudanças, ou seja, aquela que ocorreria sem interferência antrópica direta sobre o sistema (Figura 34).

[293] Com maior exposição e sensibilidade, maior o incremento na vulnerabilidade, por outro lado, quanto maior a capacidade de adaptação de um sistema, menor sua vulnerabilidade.

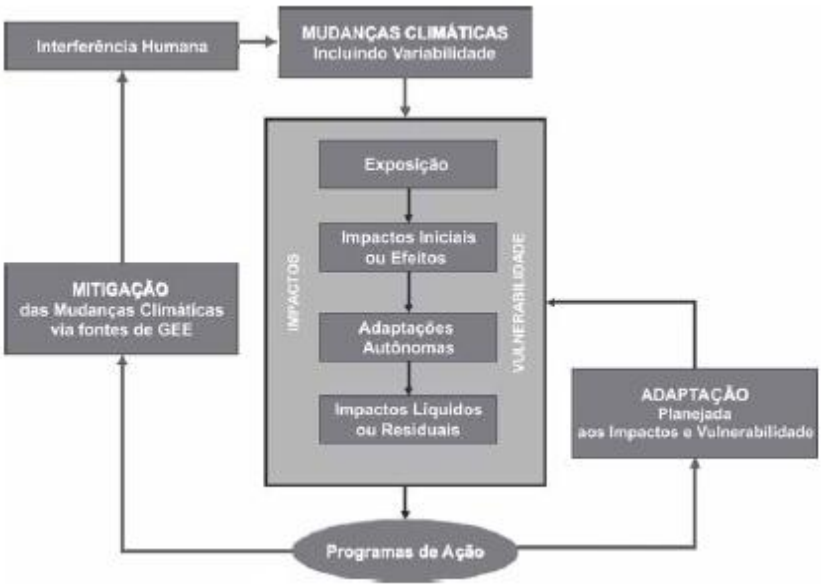


Figura 34: A posição das ações de mitigação e adaptação dentro do contexto das mudanças climáticas

Fonte: Traduzido de IPCC (2003) *apud* FREITAS E SOITO, 2008

A adaptação é considerada uma importante estratégia, junto à mitigação, por conta das prováveis mudanças no clima, como o aumento das temperaturas globais, do nível do mar e dos eventos extremos (em frequência e/ou magnitude/intensidade). Por essa razão, o desenvolvimento de estratégias de adaptação para lidar com estes riscos é tão relevante quanto à necessidade conjunta de ações de mitigação.

O IPCC (2003) e MAGRIN *et al.* (2007) definem que a "adaptação" no contexto das mudanças climáticas é "o ajustamento dos sistemas naturais, sociais e econômicos em resposta para o atual ou futuro estímulo climático e/ou seus impactos, nos quais podem ser adversos (danos) ou benéficos (oportunidades)". Nesse contexto, a adaptação refere-se às alterações em processos, práticas e infraestrutura para compensar potenciais danos ou, até mesmo, tirar vantagem de oportunidades associadas às mudanças do clima.

A característica principal das mudanças climáticas em relação à vulnerabilidade e adaptação dos recursos hídricos está relacionada às alterações sensíveis na variabilidade do regime hidrológico e os eventos extremos, e não simplesmente com a tendência média da mudança do clima.

A adaptação é uma importante questão dentro das mudanças climáticas e deve ser tratada em dois sentidos: avaliação dos impactos e vulnerabilidades, e desenvolvimento e implementação de estratégias e medidas concretas de redução de riscos (KUNDZEWICZ *et al*., 2007).

As comunidades têm se mostrado mais vulneráveis e menos adaptáveis às mudanças climáticas, especialmente em relação aos eventos extremos.

Desta forma, torna-se importante a realização de estudos de vulnerabilidades, impactos e adaptação da geração hidroelétrica à mudança do clima, com destaque para a avaliação das vazões afluentes aos reservatórios hidrelétricos por meio da previsão climática e hidrológica, fundamentais na definição de cenários nos quais os riscos hidrológicos e, portanto, energéticos poderiam ser conhecidos antecipadamente[294].

Por outro lado, as perdas oriundas das variações climáticas extremas são substanciais e crescentes em alguns setores. Essas perdas indicam que a adaptação autônoma não tem sido suficiente para impedir os danos associados às variações das condições climáticas. As hidroelétricas podem desempenhar um importante papel na adaptação do país às mudanças climáticas.

III.4.3.1. Efeitos e Vulnerabilidade Climática sobre a Hidrologia e Recursos Hídricos

Avaliações do IPCC

Segundo o IPCC (2003 e 2007 a,b), os efeitos da evolução do clima sobre a vazão dos cursos de água e recarga dos aquíferos variam de acordo com as regiões e os cenários climáticos idealizados, principalmente em função das variações de precipitações projetadas. Nas projeções realizadas até o momento, os resultados para América do Sul não apresentam coerência na projeção das vazões, em primeiro lugar por causa das diferentes projeções de precipitação e em segundo lugar, em função das

[294] É conveniente, em escalas de tempo maiores, fazer a distinção entre mudança climática e variabilidade climática natural: Mudança Climática - tendência ou variação sistemática num dado sentido, de parâmetros climáticos. Pode ocorrer devido à mudança sistemática da forçante radiativa do sistema climático ou por ação antrópica. Variabilidade Climática - inerente ao sistema climático e pressupõe alternância, ou seja, superposição de variações cíclicas ou quase-cíclicas. A detecção de uma tendência no clima, requer portanto, que a amplitude da variabilidade natural seja quantificada. Para isso, uma grande variedade de dados e resultados de modelos atmosféricos têm sido utilizados. (OMM, 2004).

diferentes projeções relativas à evaporação, que pode contrabalançar o aumento das precipitações. Em geral, as variações projetadas do escoamento superficial anual médio são menos confiáveis que as projeções baseadas no aumento de temperatura, pelo fato da evolução das precipitações variar muito nos cenários.

Na escala das bacias hidrográficas, o efeito de uma determinada mudança climática varia segundo as propriedades físicas e de vegetação de cada bacia e as quais se agregam as alterações da cobertura terrestre (uso do solo).

Um terço da população mundial, cerca de 1,8 bilhão de habitantes, vivem atualmente em países e regiões que sofrem com estresse hídrico médio e alto[295]. Segundo as projeções da Organização das Nações Unidas, o crescimento demográfico mundial colocará cerca de 5 bilhões de habitantes nesta situação até 2025.

Sendo assim, a mudança climática prevista poderá ter um efeito negativo na vazão dos rios e na recarga dos lenços freáticos e aquíferos em muitos países expostos ao estresse hídrico. Se a demanda por água aumenta geralmente em função do crescimento demográfico e do desenvolvimento econômico, ela diminui, entretanto, em certos países em função de uma utilização mais eficaz.

A mudança climática não deverá ter uma influência importante sobre a demanda de água nas cidades e nas indústrias em geral. Todavia, poderá ter um efeito considerável sobre o consumo de água para irrigação, que depende da maneira como a evaporação é contrabalançada ou acentuada pelas variações da pluviosidade. Uma alta das temperaturas, e por consequência uma elevação das perdas por evaporação das culturas, deverá normalmente se traduzir por um aumento na demanda de água para fins de irrigação.

As inundações poderão aumentar em amplitude e frequência em muitas regiões devido ao aumento de eventos extremos de precipitações, aumentando o escoamento na maior parte das zonas e facilitando, por outro lado, a recarga da água subterrânea em certas planícies inundáveis.

As mudanças de uso do solo poderão acentuar estes fenômenos. Durante o período de estiagem (também denominado "águas baixas'), o nível dos cursos de água deverá

[295] Uma classificação de zonas de Estresse Hídrico é proposta por Alcamo, J. *et al* (2000): Zonas Sem Estresse Hídrico – relação de retiradas de água (demandas) estão abaixo de 0,1 da disponibilidade hídrica (média); Zonas de Baixo Estresse Hídrico – relação de retiradas de água (demandas) estão entre 0,1 e abaixo de 0,2 da disponibilidade hídrica (média); Zonas de Médio Estresse Hídrico – retiradas de água (demandas) acima de 0,2 e abaixo de 0,4 da disponibilidade hídrica (média); Zonas de Alto Estresse Hídrico – retiradas de água (demandas) entre 0,4 e 0,8 da disponibilidade hídrica (média); Zonas de Muito Alto Estresse Hídrico – retiradas de água (demandas) acima de 0,8 da disponibilidade hídrica (média).

diminuir em numerosas regiões em razão de uma evaporação elevada, cujos efeitos poderão ser ampliados ou neutralizados em função da pluviosidade.

A mudança climática projetada deverá, em algumas áreas, contribuir para diminuir a qualidade dos recursos hídricos – elevando sua temperatura e aumentando a carga poluente proveniente do escoamento superficial e do transbordamento das estações de tratamento e sistemas de esgotamento sanitário.

Em regiões de previsão de redução de chuvas e, portanto, de diminuição de vazão nos rios, a qualidade das águas também deverá sofrer abalos em função da limitação para diluição dos esgotos.

Deve-se dar especial atenção às bacias hidrográficas menos reguladas por estruturas hidráulicas, assim como aquelas que já sofrem com eventos extremos, cheias e secas, ou ainda, as que são exploradas de maneira não satisfatória, com problemas recorrentes de poluição e falta d'água, dentre outros problemas. No caso dos sistemas não regulados, que não possuem obras hidráulicas suficientes para atenuar os efeitos da variabilidade hidrológica sobre a qualidade e quantidade de água, a vulnerabilidade é ainda maior. No caso de bacias hidrográficas exploradas de maneira desordenada, de forma não sustentável, os diversos usuários da água e do solo geram restrições suplementares que acentuam a vulnerabilidade às mudanças climáticas. (SOITO E FREITAS, 2011)

Entretanto, é possível aplicar instrumentos de gestão de recursos hídricos, notadamente a gestão integrada de bacias hidrográficas, a fim de facilitar a adaptação aos efeitos hidrológicos da mudança climática e atenuar as diversas formas de vulnerabilidade de cada bacia.

Atualmente, tem sido usual a gestão da oferta de água (proteção estrutural contra as inundações, construção de diques, utilização de zonas de estocagem de água, melhoramento da infraestrutura para captação e distribuição de água) no lugar de métodos de gestão da demanda (destinados a influir nos usuários da água, visando reduzir as perdas e melhor gerenciar o consumo de água na bacia hidrográfica) (IPCC, 2003 e 2007; SOITO E FREITAS, 2011)

III.4.3.2. Projeções de Mudanças Climáticas Regionais e suas Limitações

As projeções de mudanças climáticas em nível regional sobre as bacias hidrográficas em território brasileiro variam bastante de um modelo para outro. A título de exemplo, segundo os modelos do *Hadley Center*, Inglaterra, variações projetadas para 2050 no escoamento superficial anual médio, para um aumento de 1% na concentração de CO_2, sobre a bacia do rio Paraná, aparecem como positivas no modelo HadCM3 (+ 50 a 150 mm/ano nas cabeceiras da bacia) e negativas no modelo HadCM2 (-50 a 150 mm/ano nas cabeceiras da bacia) (IPCC, 2003 e 2007). De fato, os modelos são mais incertos no hemisfério sul em função de uma menor e mais recente rede de observação hidrometeorológica da região do que no hemisfério Norte. (SOITO e FREITAS, 2011)

Na figura 35, são apresentados os resultados da projeção das vazões dos rios em 2050, representado a média de 12 modelos usados pelo IPCC no seu relatório de 2007 no Cenário A1B[296]. Nessas previsões, teríamos redução de vazões em parte da bacia Amazônica e nos Andes, o que seria preocupante principalmente para os novos aproveitamentos hidroelétricos na região. Todavia, no que diz respeito à bacia do Paraná, manteríamos a tendência de aumento de vazões, o que favoreceria, sobretudo, o parque hidrelétrico já instalado hoje, como a usina hidroelétrica de Itaipu Binacional e a usina hidroelétrica de Porto Primavera.

[296] Neste cenário A1B existe um equilíbrio entre os combustíveis fósseis e outras fontes de energia e pode ser considerado como um cenário intermediário entre os cenários A2 e B2. A concentração global de CO2 varia entre 350 e 370 ppm entre 1990 e 2000 e depois se eleva até 720 ppm até final do século XXI, permanecendo constante.
Os modelos do IPCC-AR4 usados são: CNRM-CM3, ECHAM5, GFDL-CM2.1, GISSEH, GISS-ER, INM-CM3.0, IPSL-CM4, MIROC3.2 (medres), MRI-CGCM 2.3.2, NCAR-CCSM3, e HadCM3. Para o século XX as simulações do clima são das rodadas do IPCCAR4 conhecidas como Climate of the 20th Century (20C3M). O território brasileiro foi dividido em três regiões: Nordeste - ND (43,60°W – 34,72°W e 2,8°S – 10,6°S), Amazônia - AMA (75,60°W – 49,10°W e 3,5°N – 12°S) e Bacia da Prata – BP (36,0°S – 16,5°S e 64°W – 44,20°W). (MARENGO, 2007)

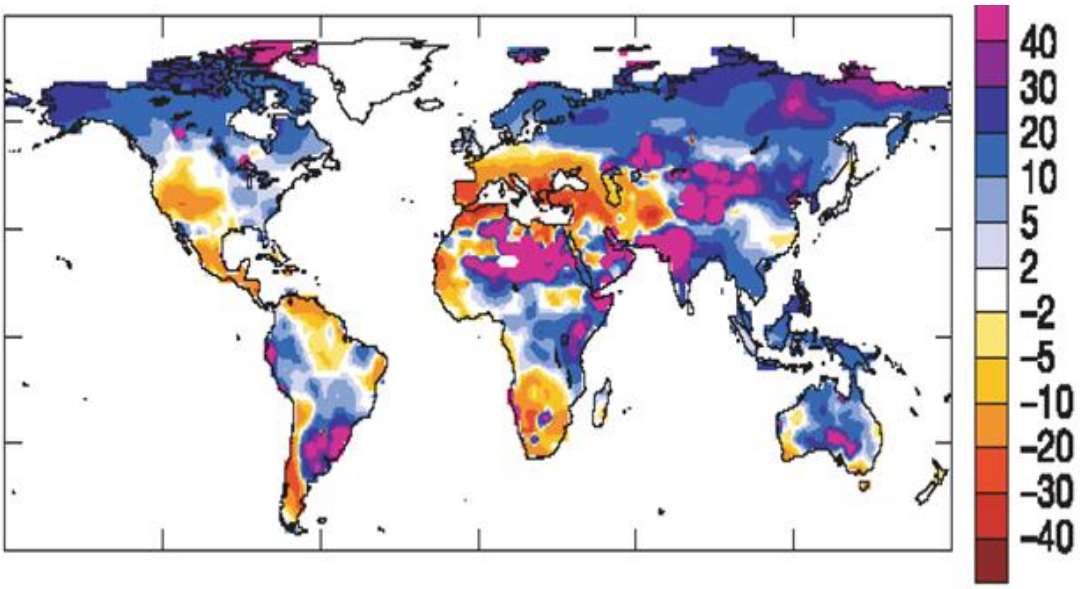


Figura 35: Projeções de mudanças em vazões de rios ate 2050 (média de 12 modelos do IPCC AR4, cenário A1B)

Fonte: IPCC, 2007

Embora tenha evoluído muito o conhecimento nessa área, as projeções climáticas globais ainda são imprecisas em relação às precipitações em cada região. O Brasil deve continuar investindo na ciência do clima, melhorando a base de informação e incorporando novas tecnologias e modelos locais para permitir a geração de cenários mais confiáveis sobre o clima futuro. Os eventos provocados pelas variações climáticas têm acontecido ao longo da história e continuam acontecendo atualmente. Eles poderão tornar-se mais agudos no futuro com as mudanças climáticas.

III.4.3.3. Alterações de Tendências de Precipitação e Vazões na América do Sul

O sistema elétrico brasileiro é fortemente dependente da disponibilidade hídrica de médio e longo prazo, para a produção de energia firme[297] e, portanto, para a garantia de atendimento da demanda. Este sistema foi projetado com base na probabilidade de

[297] A energia firme de uma usina hidrelétrica corresponde à máxima produção contínua de energia que pode ser obtida, supondo a ocorrência da sequência mais seca registrada no histórico de vazões do rio onde ela está instalada.

falha estimada, utilizando séries históricas de vazão que se iniciam em 1930 e às quais, anualmente, são incorporadas novas informações da rede hidrometeorológica nacional, atualmente administrada pela Agência Nacional de Águas (ANA).

A interligação cada vez mais efetiva do sistema de geração hidrelétrica reduz consideravelmente os riscos de não atendimento da demanda, por falta ocasional de chuvas em uma dada bacia hidrográfica. Todavia, como a maioria das usinas hidrelétricas está localizada na Bacia Hidrográfica do Paraná, mais de 55% da capacidade instalada está sujeita às mesmas variabilidades climáticas. Deve-se, portanto, buscar a melhoria dos modelos de previsão de vazão de médio e longo prazo. (SOITO E FREITAS, 2011)

Segundo estudos do IPH/UFRGS e do IAG/USP, desde 1970, as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste apresentam vazões médias aproximadamente 30% superiores ao período anterior (1940-1970). Se o aumento fosse permanente, seria possível reavaliar a energia firme das usinas, ou seja, para a mesma capacidade instalada, seria possível gerar mais energia, com menor risco de falha (TUCCI *et. al.*, 2002).

O aumento de vazões ocorre devido a dois fatores (TUCCI, op. cit.):

- Aumento das precipitações nas referidas regiões do Brasil;
- Modificação no uso do solo nas mesmas regiões.

No primeiro caso, as alterações podem representar variabilidades que em médio e longo prazo tendem a mudar de inclinação, reduzindo novamente a energia citada e a produção média. No segundo caso, o aumento seria permanente e, portanto representaria, de alguma forma, um ganho energético, apesar dos outros aspectos danosos ao ambiente.

Segundo os resultados do IPCC (2007), as tendências de precipitação na América do Sul entre 1960 e 2000 reforçam a tese do aumento da precipitação na bacia do Prata e redução nas vertentes do Pacífico do Chile e Peru. Nas demais áreas, o sinal não é claro (Figura 36)

Figura 36: América do Sul — padrões de chuva de 1960 a 2000. Nota: Os círculos indicam uma tendência de redução e as cruzes indicam uma tendência ao aumento das chuvas. Símbolos em negrito são usados para indicar tendências mais acentuadas.

Fonte: IPCC, 2007b

Segundo o IPCC (2007 a,b), os efeitos da evolução do clima sobre vazão dos cursos d'água e recarga dos aquíferos variam de acordo com as regiões e os cenários climáticos idealizados, principalmente em função das variações nas precipitações projetadas. Nas projeções realizadas até o momento, os resultados para a América do Sul não apresentam coerência na projeção das vazões, em primeiro, por causa das diferentes projeções de precipitação, e em segundo lugar, em função das diferentes projeções relativas à evaporação, que podem contrabalançar o aumento das precipitações.

A Bacia Amazônia continental é a maior bacia hidrográfica do planeta, com uma superfície de aproximadamente 6.100.000 km^2 e uma enorme importância na dinâmica climática e no ciclo hidrológico do planeta. A bacia representa aproximadamente 16% do estoque de água superficial doce e, consequentemente, tem uma importante contribuição no regime de chuvas e evapotranspiração da América do Sul e do planeta.

Grandes extensões da Amazônia receberam chuvas abaixo da média desde setembro de 1997. Essa ocorrência teve repercussões adversas na geração de energia hidrelétrica com a redução dos níveis dos reservatórios e o aumento da demanda por energia termelétrica (MARENGO, 2006). Porém, o impacto da variabilidade climática sobre a hidrologia no conjunto da Bacia Amazônia é ainda pouco conhecido.

III.5. Conflitos pelo Uso dos Recursos Hídricos envolvendo a Geração Hidroelétrica

Um agravante na experiência brasileira de uso do potencial hidráulico diz respeito à grande diversidade entre as regiões do país quanto à disponibilidade hídrica. Se as secas são recorrentes no sertão nordestino, no Sudeste, é a poluição industrial e urbana, além do assoreamento dos rios que preocupam, enquanto mais ao Sul, a produção agrícola e animal é responsável por uma poluição difusa e de difícil controle dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos. Mesmo na maior bacia hidrográfica do planeta existem problemas decorrentes da expansão demográfica e ocupação desordenada. Alguns pontuais, como a poluição dos igarapés e rios que banham os centros urbanos, outros de amplitude regional, como a transmissão de doenças de veiculação hídrica e a degradação da qualidade da água nas comunidades menores durante os períodos de estiagem. (SOITO E FREITAS, 2011)

Assim, é importante destacar que, nos cenários de médio e longo prazo de usos nas bacias hidrográficas brasileiras, a demanda por água tenderá a aumentar em função do crescimento demográfico, e acima de tudo, do desenvolvimento econômico.

A natureza dos conflitos advindos de aproveitamentos hidroelétricos resulta do movimento do conjunto de atores sociais envolvidos, que se organizam de forma a evidenciar seus posicionamentos e articulações, possuindo interesses e percepções distintas, com limitações próprias que acabam por definir suas formas de atuação. Há de se considerar, ainda, que a natureza do conflito envolve normalmente recursos escassos.

Neste item é apresentada uma síntese dos recursos hídricos disponíveis para os diversos usos, destacando a vulnerabilidade para o seu aproveitamento e os principais conflitos de uso da água existentes.

III.5.1. Bacia do São Francisco

A bacia do Rio São Francisco possui uma capacidade instalada de geração hidrelétrica de cerca de 10,23 GW, vazão média de longo período na foz de 2850 m^3/s, área de drenagem de 645.000 km^2 e população superior a 15 milhões de habitantes. Atualmente, ela já registra uma demanda atual de recursos hídricos para outorga de irrigação da ordem de 500 m^3/s, embora o consumo atual verificado não ultrapasse 150 m^3/s, indicando um superdimensionamento das outorgas, embora ocorram algumas incertezas[298]. Para 2025, é possível se considerar um consumo médio outorgado de 335 m^3/s, o que pode sugerir um impacto na geração de energia hidrelétrica de 300 a 900 MW médios, dependendo da localidade em que se retiraria a água da bacia do São Francisco[299] e da forma como se utilizaria o recurso hídrico (irrigação, abastecimento humano e animal, etc.). (FREITAS E SOITO, 2008)

Na figura 37 é possível se identificar os principais usos e potenciais conflitos de uso da água na bacia do rio São Francisco. Em relação às mudanças climáticas, a bacia do Rio São Francisco é caracterizada principalmente pela disponibilidade hídrica limitada ao atendimento das demandas de uso consuntivo, como irrigação para produção de alimentos e abastecimento de água para fins de consumo humano e para diluição de poluentes proveniente de esgotos urbanos e industriais, sendo assim, com uma possível alteração do regime de chuvas os conflitos pelo água podem aumentar. Ações que aumentem a eficiência nos usos dos recursos hídricos para irrigação e no maior tratamento de poluentes urbanos devem ser priorizadas. Já quanto ao potencial hidráulico, uma redução de 50 m3/s na vazão média anual do São Francisco, poderia provocar uma diminuição na geração de algo em torno de 80 a 160 MW ao longo do ano, que deveria ser completada por outras fontes no sistema elétrico interligado. (ANA, 2002a *apud* FREITAS E SOITO, 2008)

[298] Segundo estudos da ANA, estima-se a existência de uma área irrigada na bacia do São Francisco de aproximadamente 350.000 ha, que corresponde a uma vazão retirada equivalente de 207 m3/s médios.
[299] A perda energética acumulada para cada m3/s consumido da cascata do São Francisco varia de 1,06 MW médios na região da UHE de Xingó a 3,22 MW médios a montante da UHE de Três Marias.

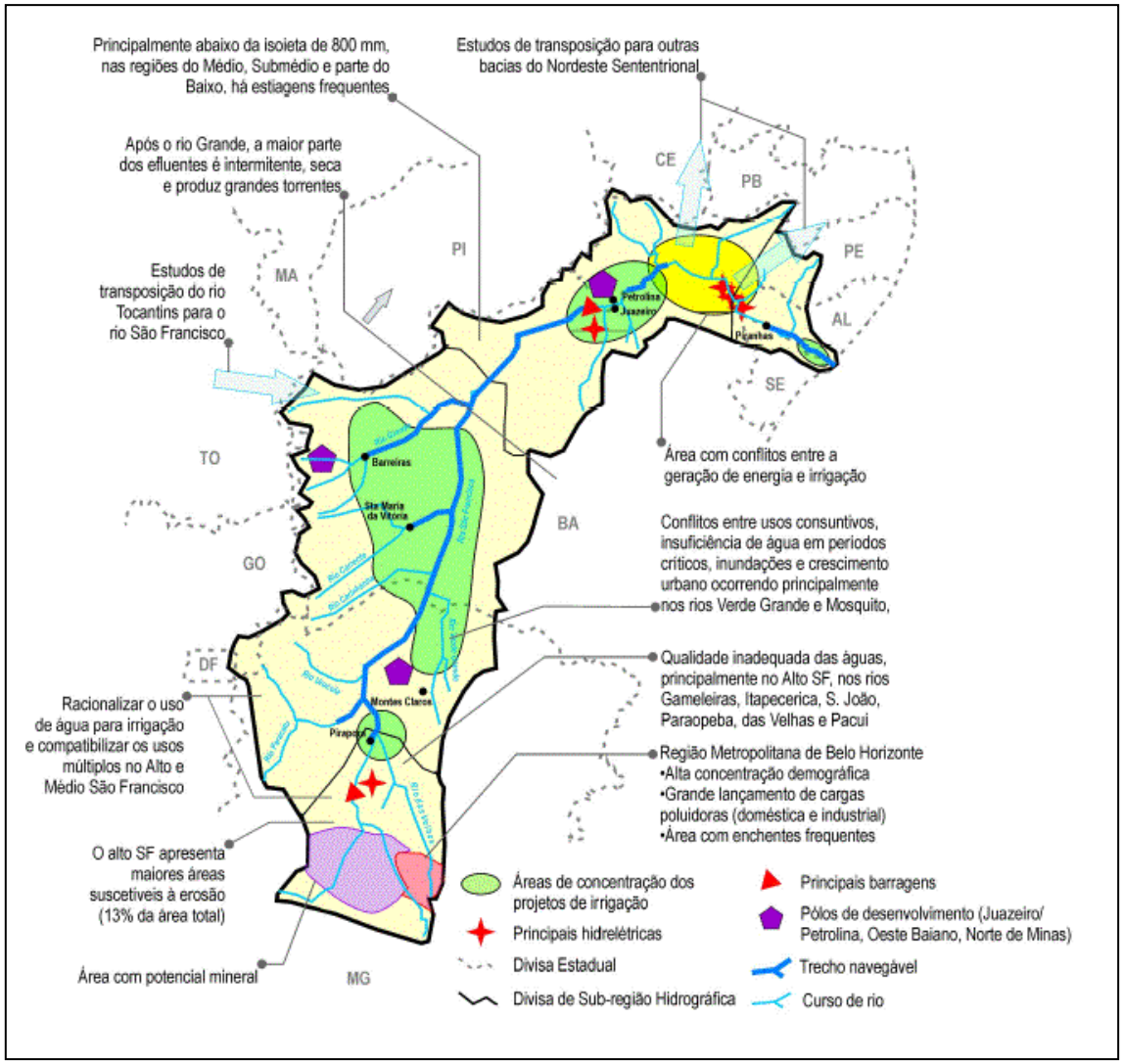


Figura 37: Bacia do rio São Francisco – principais conflitos no uso da água.
Fonte: ANA, 2002.

III.5.2. Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é de vital importância para o sistema elétrico brasileiro, pois nela se encontra mais de 50% da capacidade instalada em operação no país, com destaque para usina hidrelétrica Binacional de Itaipu, com 14.000 MW de potência. Todavia, esta bacia também é a maior em densidade populacional, o que facilita a existência de conflitos pelo uso do solo e da água, urbanos ou rurais, que podem inviabilizar o aproveitamento futuro do potencial hidráulico e, sobretudo, trazer

limitações à geração de energia elétrica em usinas hidroelétricas já construídas e em funcionamento.

Sendo assim, na bacia do Paraná é necessário atenção aos conflitos que se traduzem em vulnerabilidades da geração de energia hidrelétrica, que merecem um melhor planejamento do setor elétrico e dos gestores da água, pois podem se agravar no futuro, seja com o crescimento da demanda pelos recursos hídricos, seja pela maior ocorrência de eventos extremos provocados como decorrência do aquecimento global. Apresentamos a seguir alguns destes conflitos:

- Setor de navegação: Destaque para hidrovia do Paraná-Tietê, responsável pelo transporte de boa parte da produção de grãos das regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país, que necessita de um nível mínimo nos rios e prioridade na operação das eclusas do Canal Pereira Barreto, por exemplo.
- Setor de saneamento: São inúmeros os casos de conflito, porém, merece destaque o de Santos, Grande São Paulo. A usina hidroelétrica de Henry Borden (889 MW), situada no rio Cubatão, reduziu sua capacidade de geração de energia em 75%, devido ao alto grau de poluição das águas do rio Tiête. O bombeamento forçado das águas do rio Pinheiros para a represa Billings só é permitido para o controle de cheias.
- Setor de turismo e lazer: Destaque para o conflito do reservatório da usina hidroelétrica de Furnas, na bacia do rio Grande, em Minas Gerais. Os municípios[300] do entorno do reservatório entraram na justiça contra a empresa por conta do deplecionamento do reservatório em 2001, ano da crise de abastecimento de energia elétrica. O grande deplecionamento do reservatório impactou o uso do mesmo para atividades de lazer.

Em relação às mudanças climáticas, a bacia do rio Paraná tem sido caracterizada principalmente pelo risco de enchentes que ocorrem com maior frequência nos anos de aquecimento anômalo do Oceano Pacifico, ou seja, de ocorrência do fenômeno *El Nino*. A cascata de hidrelétricas da bacia tem sido usada para amortecer os eventos extremos de cheia.

[300] ALAGO - Associação dos Municípios do Lago de Furnas

A integração transfronteiriça pode aumentar o êxito na gestão dos eventos extremos. Em outras palavras, Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e Bolívia devem intensificar a integração dos seus sistemas de meteorologia, recursos hídricos e energia hidroelétrica para potencializar os benefícios da variabilidade climática, que tem provocado um aumento significativo da disponibilidade hídrica, porém, sem deixar de se considerar a proteção dos usos do solo e da água à jusante das barragens. Em relação ao potencial hidráulico, um aumento de 30% na vazão média de longo período do rio Paraná provocou um acréscimo considerável no potencial hidráulico.

A estatística das vazões entre 1941-1971 e 1972-2000 apresenta uma variação média de mais 36% (SILVA e GUETTER, 2003)[301]. Desta forma, a usina hidrelétrica Binacional de Itaipu que foi projetada nos anos 70 para ter uma capacidade instalada de 12.600 MW, pôde concretizar sua ampliação prevista, agregando duas unidades geradoras de 700 MW em 2007.

III.5.2.1. O Caso da UHE **Henry Borden** – Região Metropolitana de São Paulo

A qualidade da água na represa Billings se encontra bastante comprometida devido ao bombeamento das águas poluídas do rio Pinheiros. A concentração de poluentes disponíveis no meio líquido decorre tanto de cargas externas, lançadas de forma concentrada diretamente no reservatório ou em seus tributários, como também de cargas internas, provenientes dos sedimentos, que interagem permanentemente com o meio líquido, devido, principalmente, ao fenômeno da ressuspensão, resultante da movimentação da água provocada pela ação dos ventos, chuvas ou mudanças de temperatura. Desta forma, mesmo que o despejo de substâncias poluentes seja paralisado completamente em uma determinada represa, a presença de sedimentos acumulados em seu leito ao longo dos anos em que recebeu cargas de esgotos domésticos e industriais faz com que a mesma possa apresentar elevadas concentrações de substâncias contaminantes por um longo tempo.

[301] Segundo SILVA e GUETTER (2003), tem-se observado que algumas áreas da bacia do Paraná tem apresentado uma aceleração do ciclo hidrológico desde o início da década de 70, o que pode ser constatado através do aumento da frequência de chuvas mais intensas, do aumento de vazões médias e da ocorrência de estiagens com maior duração.

As maiores preocupações com a água da represa Billings (Figura 38) são a eutrofização, a concentração de metais pesados e a presença de microrganismos patogênicos e algas potencialmente tóxicas.

Desde outubro de 1992, a operação desse sistema vem atendendo às condições estabelecidas na Resolução Conjunta SMA/SES 03/92, de 04/10/92, atualizada pela Resolução SEE-SMA-SRHSO-I, de 13/03/96, que só permite o bombeamento das águas do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings para controle de cheias, reduzindo em 75% aproximadamente a energia produzida em Henry Borden (EMAE, 2011).

Figura 38: Reservatório Billings

Fonte: CAPOBIANCO *et al*., 2002

III.5.2.2. O Caso da UHE Furnas – Região do Sul de Minas Gerais

Conforme figura 39, o reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas integra e dá nome a uma unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos do Rio Grande, o GD 3 (Reservatório de Furnas)

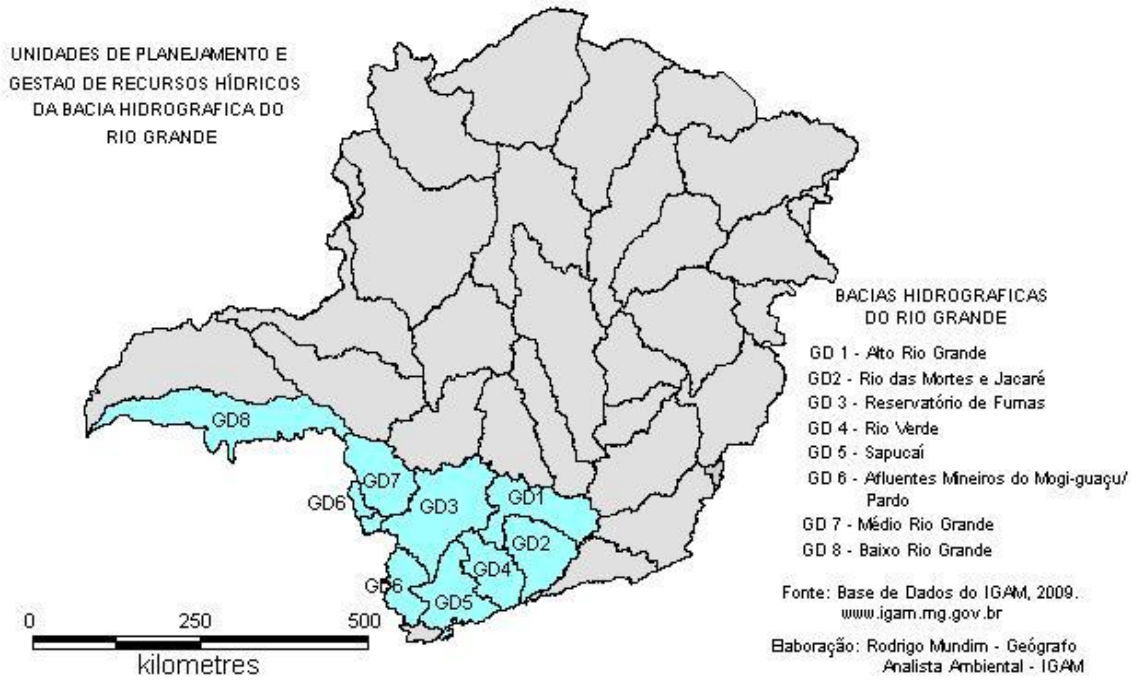


Figura 39: Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. (IGAM, 2009)

Por conta de um grande deplecionamento ocorrido no reservatório da usina hidroelétrica de Furnas no ano de 2001, a empresa Furnas Centrais Elétricas foi objeto de uma ação civil pública, capitaneada pela ALAGO - Associação dos Municípios do Lago de Furnas[302].

O estudo de caso que será apresentado a seguir é emblemático no setor elétrico, por conta do grande conflito que se instaurou entre o setor turístico dos municípios ribeirinhos e a usina hidroelétrica de Furnas. Entretanto, conforme veremos, o conflito é transversal a outras questões, quais sejam: perdas energéticas, qualidade da água, compensação financeira, navegação, restrições ambientais e custos marginais de operação.

O reservatório de Furnas (Figura 40) é o maior em extensão de água no estado de Minas Gerais e um dos maiores reservatórios do mundo, com uma superfície de 1.406,26 km², fazendo da região um reduto de pescadores, navegadores e pessoas em

[302] No capítulo I foram apresentados os motivos que levaram ao uso intenso da água armazenada nos reservatórios de todo o país.

busca de lazer. Projetado para atender à hidroelétrica de Furnas o reservatório tem 34 municípios ribeirinhos, que exploram seu potencial turístico. (CAMPAGNOLI, 2005)

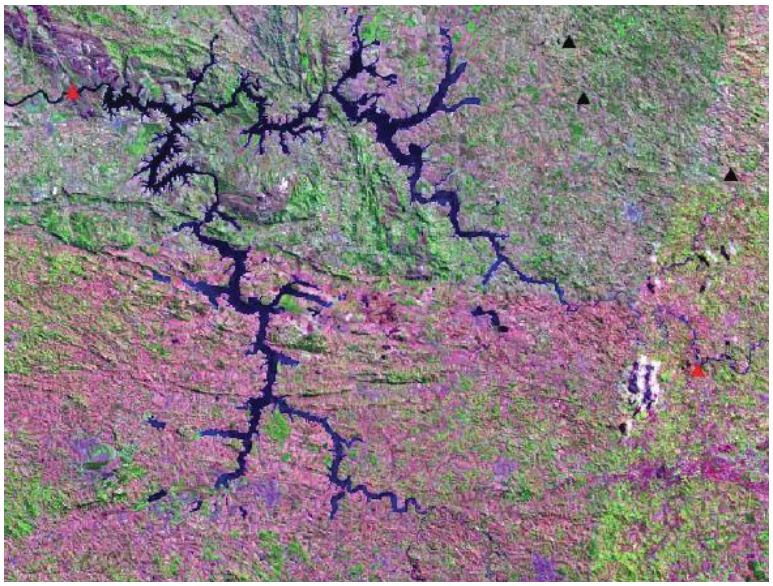


Figura 40: Reservatório da UHE Furnas

Fonte: CAMPAGNOLI, 2005

A atividade socioeconômica dos municípios depende da manutenção da cota do reservatório em níveis adequados à sobrevivência das atividades que sustentam as receitas advindas com as diversas atividades econômicas nesses municípios, a exemplo de hotéis, pousadas, restaurantes, clubes náuticos, agricultura irrigada e turismo, este último, bastante desenvolvido nesta região Sul do estado de Minas Gerais.

Em 2001, por conta da baixa pluviosidade e ausência sistêmica de investimentos no setor, diversas usinas hidrelétricas do país passaram a utilizar um maior volume de água para sua geração de energia elétrica, fazendo com que diversos reservatórios apresentassem baixas significativas em seus volumes armazenados (e consequentemente nas cotas) de seus reservatórios.

O cerne do problema está nos investimentos que foram feitos com base na cota média histórica de operação do reservatório (762 m), e não na cota mínima (750 m). (Figura 41)

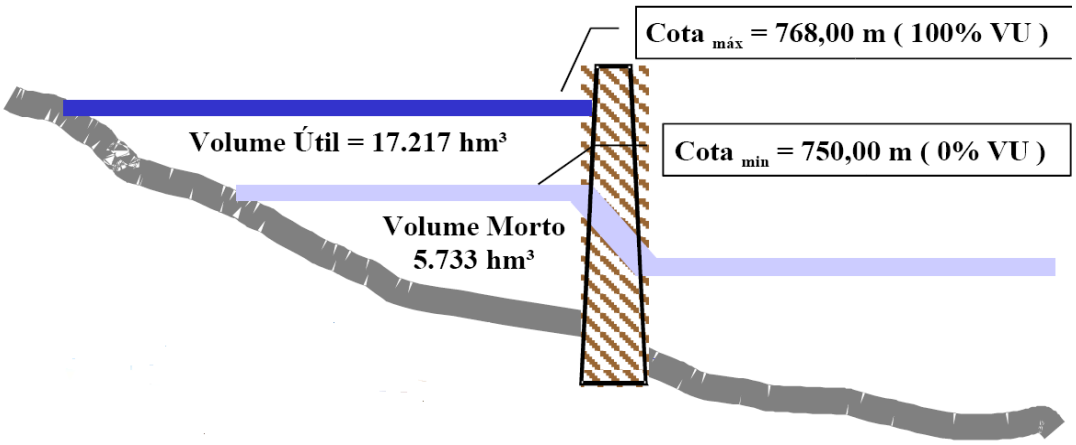


Figura 41: Corte transversal reservatório da UHE Furnas

Fonte: FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010

Como resultado do deplecionamento do reservatório, verificou-se um grande distanciamento dos hotéis e pousadas em relação ao reservatório (Figura 42)

Figura 42: Reservatório UHE Furnas no município de Capitólio (2001 e 2003)

Fonte: MATTOS *et al*. 2004

Cabe ressaltar, entretanto, que o deplecionamento observado no reservatório da usina hidrelétrica de Furnas seguiu às regras operativas do setor elétrico, mantendo-se acima da cota mínima estipulada para o reservatório. Não obstante, apesar da estrita observância dos aspectos legais e regulamentares, Furnas foi objeto de uma ação civil pública, capitaneada pela ALAGO - Associação dos Municípios do Lago de Furnas, visando o aumento da cota mínima do reservatório da usina hidrelétrica de Furnas, que, conforme analisaremos a seguir, traria sérias implicações de natureza operacional, regulatória, financeira, ambiental e jurídica.

A ALAGO[303] foi criada em 1993, como uma entidade de direito privado sem fins lucrativos, constituída como uma associação civil. A associação tem como propósito, desenvolver os aspectos socioeconômicos da região, com ênfase para o saneamento básico, turismo, piscicultura, meio ambiente e política de recursos financeiros dos municípios a ela associados. (MATTOS *et al*., 2004)

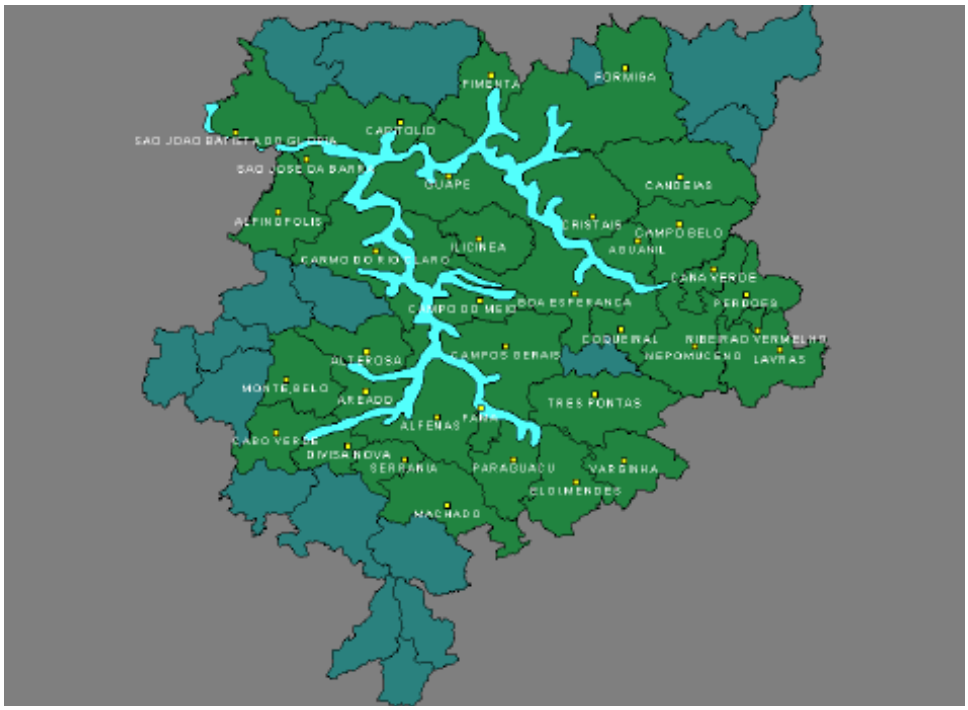


Figura 43: Municípios Ribeirinhos do Lago de Furnas – ALAGO

Fonte: MATTOS *et al*., 2004

A mudança no valor da cota mínima de deplecionamento do reservatório de Furnas, não implica somente em uma perda energética, como é natural se prever, mas também traz outras consequências que serão tratadas nos tópicos a seguir.

[303] Constituem-se membros integrantes da ALAGO os seguintes municípios (Figura 43): Aguanil, Alfenas, Areado, Boa Esperança, Cabo Verde, Campo Belo, Campo do Meio, Campos Gerais, Cana Verde, Candeias, Capitólio, Carmo do Rio Claro, Coqueiral, Cristais, Divisa Nova, Elói Mendes, Fama, Formiga, Guapé, Ilicínea, Lavras, Machado, Monte Belo, Nepomuceno, Paraguaçu, Perdões, Pimenta, Ribeirão Vermelho, São João Batista do Glória, São José da Barra, Serrania, Três Pontas, Varginha. (MATTOS *et al*., 2004)

III.5.2.2.1. As Várias Faces da Questão

Perda Energética

Considerando que a usina hidroelétrica de Furnas, integra uma cascata de empreendimentos no rio Grande, foi necessário considerar as perdas de todas as usinas. O cálculo efetuado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) considerou a restrição operativa solicitada pela ALAGO (cota mínima de 762 m) (vide figura 41), e a interdependência na operação das usinas.

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) calculou as seguintes perdas de energia assegurada (MW médios) e de potencial de geração (MW médios) para a cota de restrição de 762 m no reservatório da UHE Furnas, solicitada pela ação civil pública.

Usinas	Perda de Energia Assegurada (MW médios)	Perda no Potencial de geração (MW médios)
Itaipu Binacional	112,04	922,04
C.Ilha Solteira	34,21	232,93
S. Dias Jupiá	16,08	105,93
Porto Primavera	13,47	112,76
Furnas (Furnas)	13,06	10,93
Mascarenhas de Moraes (Furnas)	27,26	32,60
L. C. Barreto de Carvalho (Furnas)	25,80	56,71
Igarapava	7,30	15,64
V. Grande	12,06	26,37
Porto Colômbia (Furnas)	8,95	21,43
Jaguará	19,61	38,49
Marimbondo (Furnas)	33,82	83,62
A. vermelha	25,35	87,56
Total Cascata	349,02	1.747,00
Total Empresa Furnas	108,89	205,29

Tabela 13: Implicações na Energia Assegurada e no Potencial de Geração

Fonte: ONS, 2005 *apud* CAMPAGNOLI, 2005

Conforme tabela 13, observamos que a empresa Furnas teria uma perda em seu potencial de geração de 205,29 MW médios, referente às suas usinas hidroelétricas instaladas no rio Grande, quais sejam: UHE Furnas, UHE Mascarenhas de Moraes, UHE L.C.B. Carvalho, UHE Porto Colômbia e UHE Marimbondo. Este valor representa, 11,75% do total da cascata.

Segundo SOITO (2010) *apud* FURNAS (2005), a adoção da cota 762m no reservatório da UHE Furnas acarretaria: (i) uma perda de cerca de 9% do armazenamento da região SE/CO (Sudeste/Centro-Oeste) com necessidade de utilização dos recursos energéticos de outras bacias, principalmente do rio Paranaíba, acarretando um maior deplecionamento em seus reservatórios e consequente aumento dos riscos de atendimento futuro aos requisitos de carga; (ii) Perda potencial de 1.747 MWmed anuais, considerando-se a valorização deste volume de restrição nas cascatas dos rios Grande e Paraná e (iii) impacto relevante na capacidade de regularização das usinas da bacia do rio Grande, com aumento significativo da ocorrência de vertimentos.

Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos

O aumento da cota mínima do reservatório da UHE Furnas, e consequente diminuição do volume útil, acarretaria uma perda na compensação financeira paga aos municípios do entorno de diversos reservatórios, e não somente àqueles do entorno do reservatório da UHE Furnas. O cálculo das perdas é apresentado a seguir, na tabela 14.

	Perda Recursos Financeiros	Total Perdas R$ (TAR 2004*)	Total Perdas R$ (TAR 2005**)	Perda Média (%)
Municípios da cascata	104	7.020.332,05	8.365.630,98	28,6
Municípios UHE Furnas	28	5.026.790,18	5.990.068,75	32,2
Municípios outras usinas	76	1.993.541,87	2.375.562,23	27,2
Estados cascata	5	7.020.332,05	8.365.630,98	----
Estados UHE Furnas	1 (MG)	5.026.790,18	5.990.068,75	32,3
Estados outras usinas	5 (GO,SP, MG,MS,PR)	1.993.541,87	2.375.562,23	----
Municípios + Estados	----	14.040.664,11	16.731.261,96	----

*TAR-2004: R$ 44,20 **TAR 2005: R$52,67

Tabela 14: Perdas na Compensação Financeira

Fonte: FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010

Restrições Ambientais

As usinas hidroelétricas de Marimbondo, Água Vermelha e Jupiá apresentam restrições operativas em termos de defluência mínima (Figura 44). No caso de adoção da nova cota mínima proposta (762 m) no reservatório da UHE Furnas, os seguintes impactos foram previstos (i) significativa alteração no perfil do leito do rio no período seco e (ii) comprometimento do atendimento às restrições ambientais nas UHEs Marimbondo, Água Vermelha e Jupiá, com impactos no uso múltiplo da água e na preservação da ictiofauna na bacia do rio Grande.

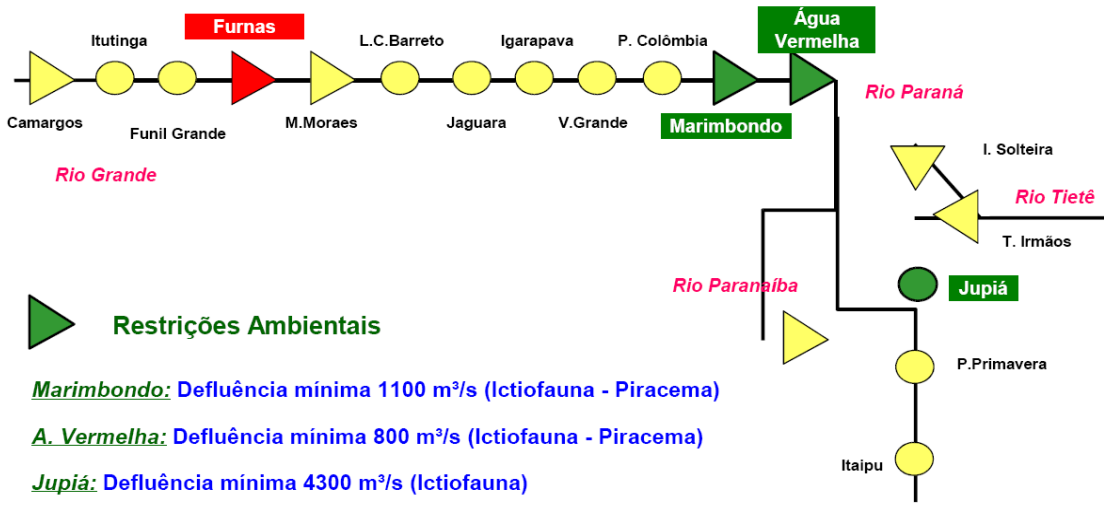


Figura 44: Restrições Ambientais – Defluência Mínima

Fonte: FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010

Navegação

A operação do reservatório da UHE Furnas, restrita à cota 762,00 m causa problemas também ao setor de navegação. Com a referida restrição, há comprometimento da navegação transversal no reservatório da UHE Mascarenhas de Moraes, impossibilitando o pleno atendimento aos requisitos de navegação do rio Tietê-Paraná, podendo acarretar na paralisação da mesma no período seco da região SE/CO, quando se verifica seu maior uso por conta do escoamento da safra de grãos (Figura 45). Também se verificou o comprometimento da navegação transversal à jusante da UHE Porto Primavera e da navegação longitudinal no rio Paraná, à montante da UHE Itaipu.

Figura 45: Comprometimento da navegação na Hidrovia Tietê – Paraná

Fonte: FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010

Custos Marginais de Operação

Também se verificaram impactos associados à adoção da cota 762 m no reservatório da UHE Furnas, no valor dos Custos Marginais de Operação em todos os subsistemas (Sudeste, Sul, Nordeste e Norte – Gráficos 17, 18, 19 e 20)

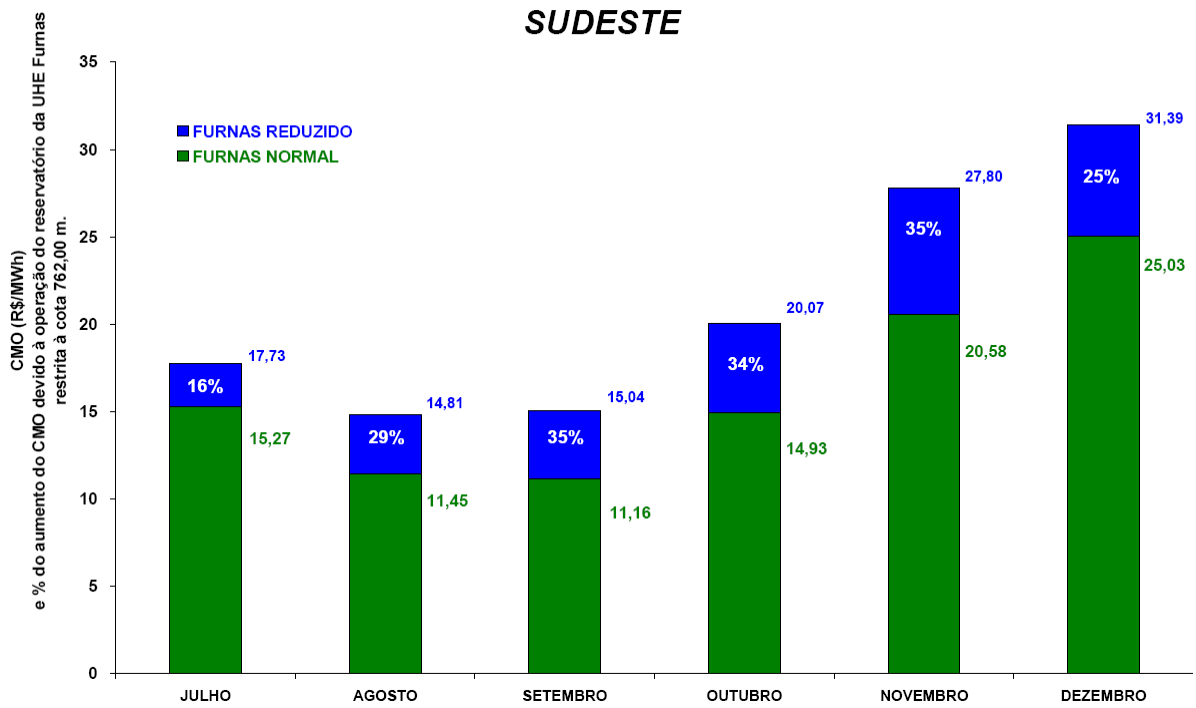


Gráfico 17: Alteração no Custo Marginal de Operação do Subsistema Sudeste.

Fonte: FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010

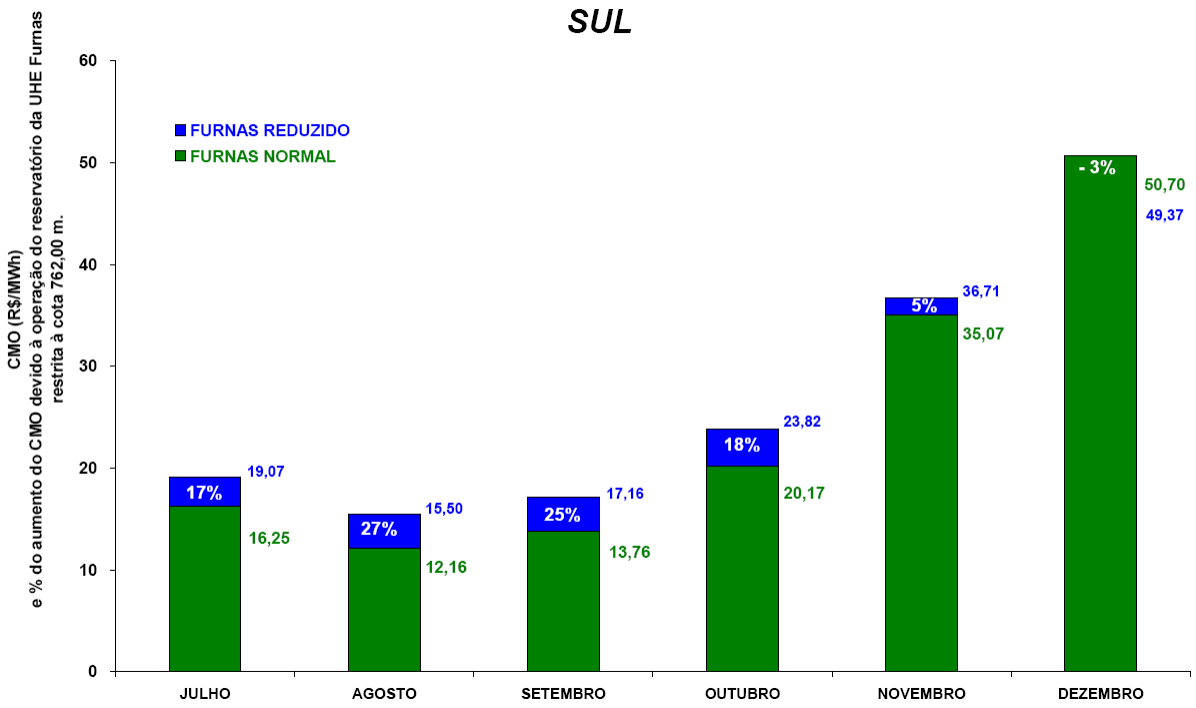


Gráfico 18: Alteração no Custo Marginal de Operação do Subsistema Sul

Fonte: FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010

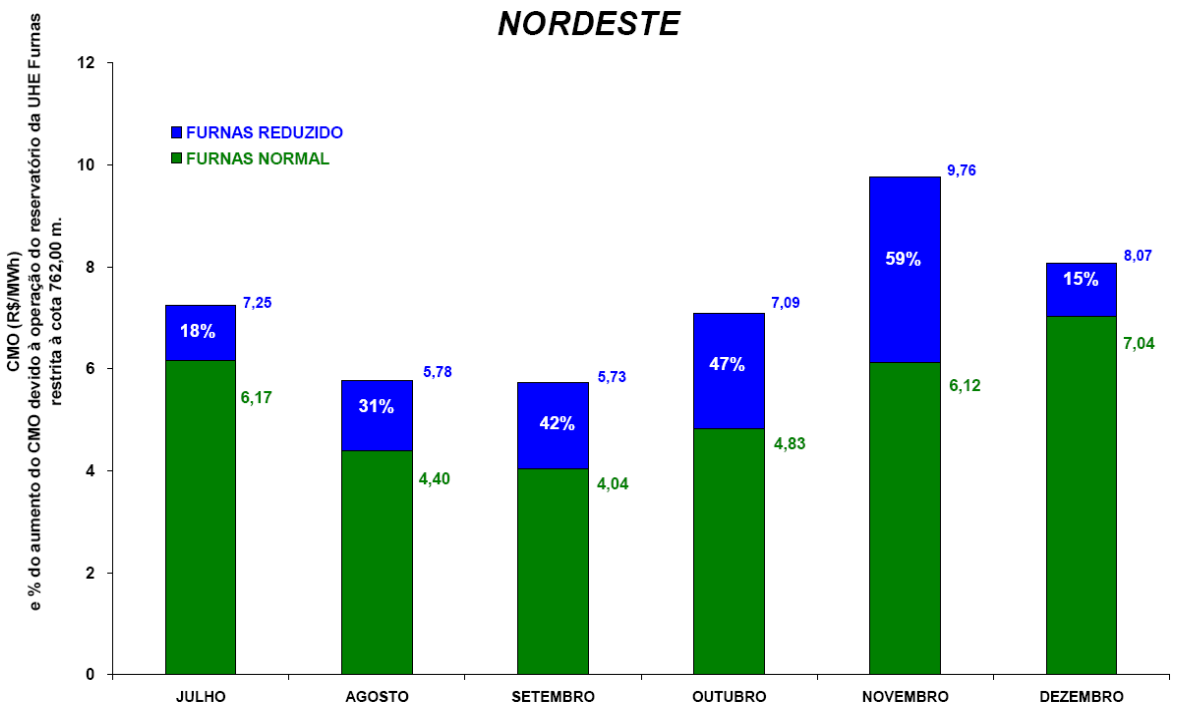


Gráfico 19: Alteração no Custo Marginal de Operação do Subsistema Nordeste

Fonte: FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010

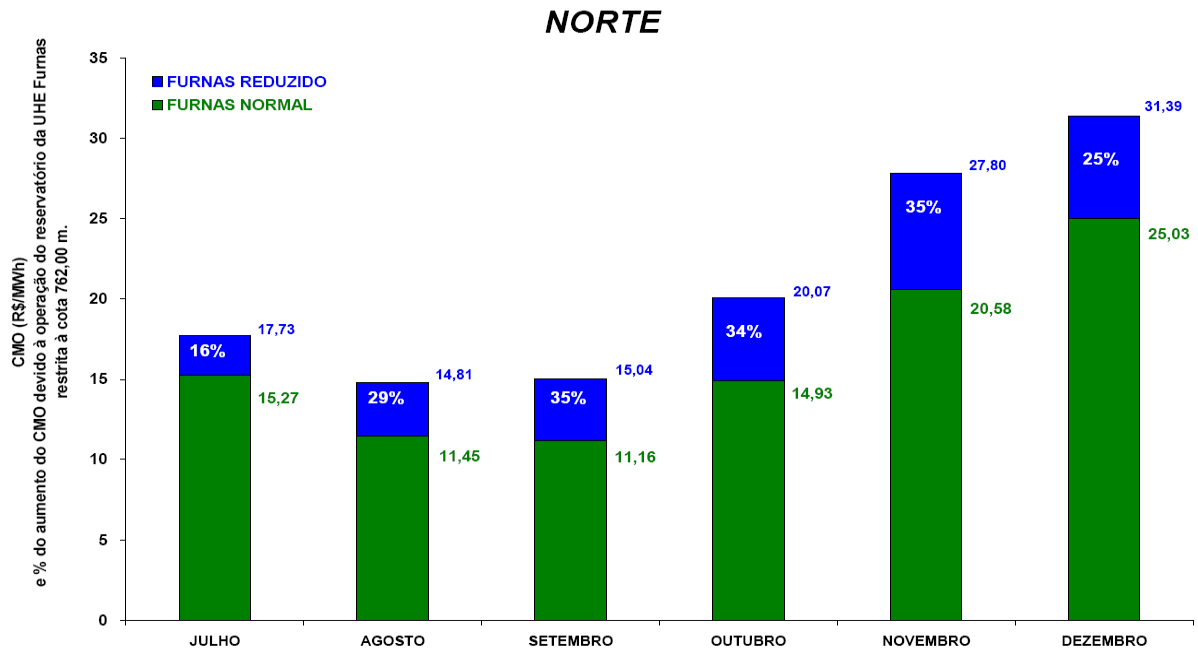


Gráfico 20: Alteração no Custo Marginal de Operação do Subsistema Norte

Fonte: FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010

Segundo FURNAS (2005a) *apud* SOITO (2010), a limitação do armazenamento do reservatório da UHE Furnas na cota 762,00m acarretaria impacto significativo nos requisitos de armazenamento, impactando na curva de aversão a risco, resultando em elevação dos custos de operação em todos os Subsistemas do SIN, podendo ocasionar repasses para as tarifas dos consumidores.

Por fim, a cota original foi mantida, entretanto, a empresa foi convidada a participar de um "Diálogo de Concertação para o Desenvolvimento Sustentável do Lago de Furnas", sob iniciativa da Presidência da República, através da Secretaria Especial do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (SEDES) e da Secretaria Geral da Presidência da República, para a construção de um Plano de Revitalização do Lago de Furnas.

III.5.2.2.2. Diálogo de Concertação para o Desenvolvimento Sustentável do Lago da UHE Furnas

Para participar do "Diálogo de Concertação", a empresa contratou a Fundação João Pinheiro para que lhe auxiliasse no processo de criação de um fórum que pudesse agregar os diversos atores em torno de propostas de desenvolvimento da região, de forma a dar maior legitimidade ao processo. Durante o processo de mobilização, a Secretaria Geral da Presidência da República, acionou a Secretaria Especial do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (SEDES) que tinha experiências anteriores em estruturar e organizar grupos com interesses comuns em torno de planos, programas e projetos de desenvolvimento regional e local, por meio dos chamados "Diálogos de Concertação".

Em setembro de 2003, Furnas é então convidada a participar do "Diálogo de Concertação" para a construção de um Plano de Revitalização do Lago de Furnas, e em dezembro do mesmo ano, assina um Protocolo de Intenções com a SEDES – Secretaria Especial de Desenvolvimento Econômico e Social, Secretaria Geral da Presidência da República, Secretaria de Governo do Estado de Minas Gerais, instituições acadêmicas e Fundação João Pinheiro. Na mesma reunião de assinatura do Protocolo de Intenções, se definiu a formação do Grupo Executivo, qual seja: (i) Secretaria Geral da Presidência da

República; (ii) SEDES – Secretaria Especial de Desenvolvimento Econômico e Social; (iii) Furnas Centrais Elétricas S.A.; (iv) Secretaria de Governo do Estado de Minas Gerais; (v) Prefeitura Municipal de Varginha; (vi) ALAGO; (vii) Universidade Federal de Lavras; (viii) FUNLAGO - Fundação de Ensino e Promoção Ambiental do Lago de Furnas; (ix) Comitê de Bacia Hidrográfica do Reservatório de Furnas (GD3) e (x) FEDERAMINAS - Federação das Associações Comerciais e Empresariais do Estado de Minas Gerais.

Outra definição do encontro foi a estruturação do Plano de Ação em três eixos:

- Eixo 1 – Saneamento e Meio Ambiente
- Eixo 2 – Desenvolvimento Local e Regional
- Eixo 3 – Desenvolvimento Institucional

Diversos resultados foram alcançados pelo Diálogo, dentre os quais se destacam:

- A criação do Fórum-Lago que reúne as instituições de ensino, pesquisa e extensão para a troca de experiências e construção coletiva do conhecimento;
- Diagnóstico de Saneamento, iniciado em dezembro de 2003, foi implementado e coordenado pela Secretaria Geral e pela Secretaria do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (SEDES), ambas da Presidência da República, sob a coordenação da ALAGO e execução da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), com suporte técnico do Fórum das Instituições de Ensino Pesquisa e Extensão para a Revitalização do Lago de Furnas (Fórum-Lago), supervisionado pelo Ministério das Cidades e financiado pela empresa. O objetivo foi diagnosticar as condições atuais dos sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos dos municípios localizados no entorno do Lago de Furnas, além de elaborar um prognóstico das ações necessárias para resolução de problemas e estimativas de investimentos para os próximos 30 anos, e de apresentar a avaliação de cenários para a organização da gestão e da prestação integrada dos serviços públicos. (PEREIRA *et al*., 2010)
- A criação de um grupo de acompanhamento do nível de água com representantes da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Furnas, ALAGO e Associação dos Usuários do Lago (ASUL).

- Desenvolvimento da piscicultura em tanques-redes nos municípios da região por meio de convênio firmado entre a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP) e a ALAGO.
    - Demarcação dos Parques Aquícolas através de convênio entre Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP) e o governo de Minas com apoio da UFMG.
- Inventário turístico dos 52 municípios da região do lago, assim definido pela Secretaria da Presidência da República[304]: *Levantamento da infra-estrutura e potenciais turísticos existentes para aprimoramento e suporte às atividades turísticas com vistas à dinamização e ao desenvolvimento econômico e social da região, preservando as questões culturais e respeitando sua capacidade de suporte.*
- A elaboração dos Planos Diretores dos 52 municípios da região do lago.

III.5.3. Principais Usuários de Recursos Hídricos

III.5.3.1. Saneamento

Em 5 janeiro de 2007, foi promulgada a lei nº 11.445/2007, que vem estabelecer as diretrizes básicas para o saneamento no país. Trata-se, finalmente, de um marco regulatório do setor, que intensifica o processo de universalização do acesso ao Saneamento Básico e aponta para uma reforma institucional das atividades de gestão e regulação, envolvendo governos, prestadores de serviço, indústria, agentes financeiros e sociedade, por meio de suas organizações e canais de participação. Os Municípios, estados e o Distrito Federal deverão estabelecer legislações, normas e entidades próprias de regulação, para as atividades operacionais dos serviços. Esta lei define a obrigatoriedade de todos os municípios, na elaboração tanto da Política, como do Plano de Saneamento Básico. (BRASIL, 2009)

Não obstante, ainda se verifica uma enorme carência dos serviços de Saneamento Básico no Brasil. O tratamento de esgoto sanitário é o serviço de saneamento básico mais deficiente no país. Segundo IBGE (2002), dos 9.848 distritos,

[304] Apresentação da Secretaria Geral da Presidência da República. Diálogos de Concertação para o Desenvolvimento Sustentável do Lago de Furnas. (Augusto, Ubirajara José.

5.751 (ou 58,4%) não dispõem do serviço, o que indica a necessidade de muitos recursos financeiros para sua expansão. O estudo apresenta, também, deficiência nos serviços de abastecimento de água, de drenagem das águas da chuva e coleta de lixo.

Especificamente na Região Norte, para onde sinaliza a expansão da hidroeletricidade, o número é alarmante. Dos 607 distritos, 572 não possuem rede coletora de esgoto (Tabela 15)

A falta de saneamento básico, além de prejudicar a saúde da população e elevar os gastos da saúde com o tratamento às vítimas de doenças causadas pela falta de abastecimento de água adequado e sistema de tratamento de esgoto e coleta de lixo, também interfere na gestão dos reservatórios hidroelétricos.

Grandes Regiões, Unidades da Federação, Regiões Metropolitanas e Municípios das Capitais	Total de distritos	Distritos sem rede coletora de esgoto						
		Total	Principal solução alternativa					
			Fossas sépticas e sumi-douros	Fossas secas	Valas abertas	Lança-mento em cursos d'água	Outros	Sem decla-ração
Brasil	**9 848**	**5 751**	**2 776**	**2 431**	**197**	**143**	**185**	**19**
Norte	**607**	**572**	**182**	**284**	**85**	**14**	**4**	**3**
Rondônia	76	71	60	11	-	-	-	-
Porto Velho	12	11	11	-	-	-	-	-
Acre	22	19	12	2	-	1	2	2
Rio Branco	1	-	-	-	-	-	-	-
Amazonas	81	80	-	-	80	-	-	-
Manaus	1	-	-	-	-	-	-	-
Roraima	15	13	2	11	-	-	-	-
Boa Vista	1	-	-	-	-	-	-	-
Pará	232	217	57	146	3	9	2	-
Belém	8	4	4	-	-	-	-	-
Região Metropolitana de Belém	13	8	8	-	-	-	-	-
Amapá	30	25	-	21	-	4	-	-
Macapá	5	4	-	4	-	-	-	-
Tocantins	151	147	51	93	2	-	-	1
Palmas	3	2	-	2	-	-	-	-

Tabela 15: Distritos sem rede coletora de esgoto na Região Norte

Fonte: IBGE, 2002

Sob o ponto de vista da interface do setor de saneamento com o setor hidroelétrico, alguns pontos de conflito pelo uso dos recursos hídricos merecem atenção, quais sejam: Efluentes domésticos e industriais não tratados lançados nos reservatórios de usinas hidrelétricas causam corrosão em turbinas; a captação de água a montante dos reservatórios hidrelétricos acarreta em uma diminuição na geração de energia elétrica e a captação de água e a diluição de esgotos a jusante dos reservatórios das usinas hidrelétricas podem impor uma alteração nas regras operativas.

Na figura 46 a seguir, é possível verificar de forma especializada a ausência do serviço de esgotamento sanitário na Região Norte.

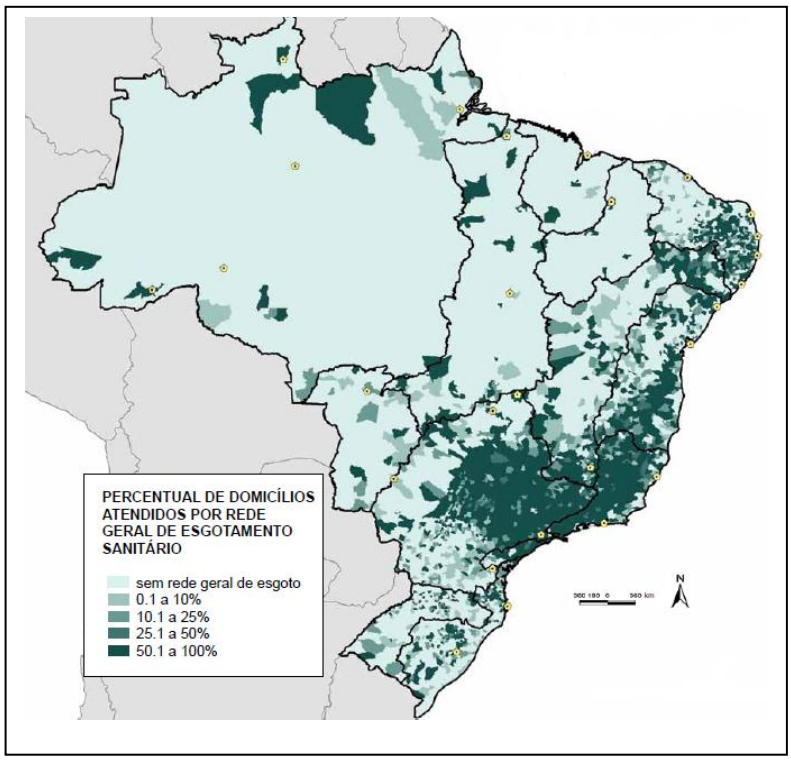


Figura 46: Percentual de Domicílios Atendidos por Rede Geral de Esgotamento Sanitário

Fonte: IVIG, 2009 (Dados IBGE, 2002)

III.5.3.2. Agropecuária

Houve um processo de aumento e concentração populacional, a partir dos anos 50 e 60, que demandou uma maior quantidade de produtos agropecuários e de serviços. O padrão anterior, fortemente baseado na agricultura de subsistência, não impactava, de forma geral, os recursos hídricos. De fato, verifica-se no final do século 20, a consolidação de um modelo de "*agribusiness*" objetivando a produção de excedentes para a exportação.

Existe uma perspectiva de maior integração a ser construída com o setor agrícola, sobretudo pela importância que representa este setor do ponto de vista da sua demanda pelo uso da água. Uma iniciativa nessa direção integradora foi a celebração de um acordo de cooperação técnica e institucional, envolvendo a ANA, a ÚNICA (União

da Indústria da cana-de-açúcar) e a FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo), através do qual se espera avançar na adoção de boas práticas em recursos hídricos no setor canavieiro, sabidamente um setor intensivo no uso da água.

Sob o ponto de vista da interface do setor agropecuário com o setor hidroelétrico, alguns pontos de conflito pelo uso dos recursos hídricos merecem atenção, quais sejam: carreamento de pesticidas, nutrientes agrícolas e ração acarretam corrosão das turbinas e alterações na qualidade da água dos reservatórios; carreamento de sedimentos aos reservatórios acarreta assoreamento dos mesmos e; a derivação de água para fins agropecuários causa diminuição da disponibilidade de água para geração hidroelétrica.

Entretanto, conforme se verifica na figura 47 abaixo, ainda há um grande vazio no conhecimento a respeito dos irrigantes, principalmente na região Norte.

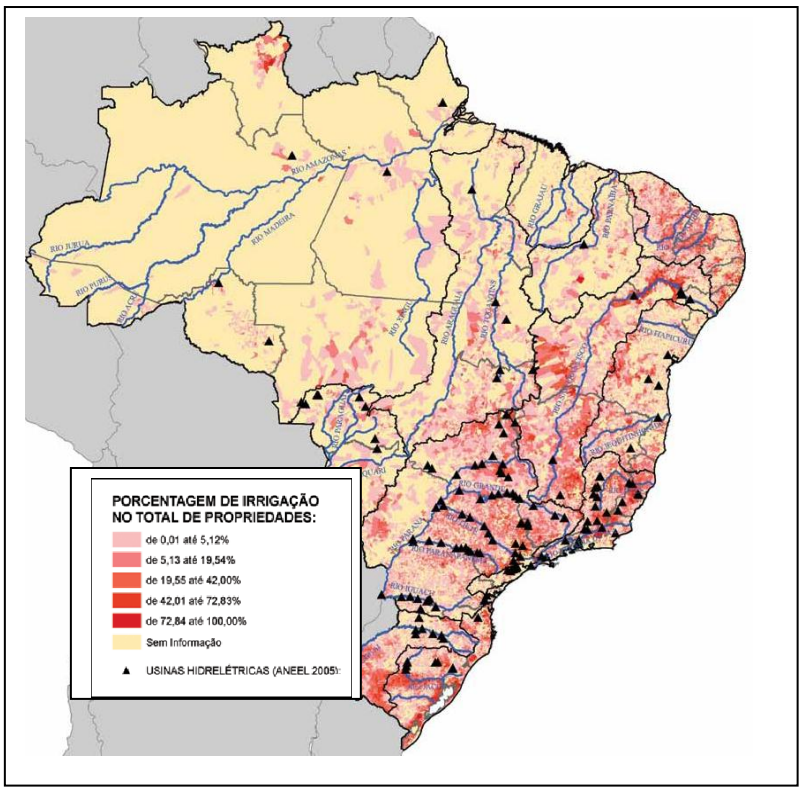


Figura 47: Porcentagem de Irrigação no total de propriedades.

Fonte: IVIG, 2009 (Dados IBGE, 2002)

III.5.3.3. Navegação

Atualmente, a navegação fluvial no Brasil está numa posição inferior em relação aos outros sistemas de transportes, sendo o modal de menor participação no transporte de mercadoria no Brasil. Isto ocorre, porque muitos rios do Brasil são de planalto, apresentando trechos encachoeirados, dificultando, portanto, a navegação. É o caso dos rios Tietê, Paraná, Grande, São Francisco e outros. Por outro lado, os rios de planície existentes no país, que são facilmente navegáveis (Amazonas e Paraguai), encontram-se afastados dos grandes centros econômicos do Brasil. (ANA, 2005b)

Uma diretriz importante que emana da Lei 9.433 e que foi incorporada como diretriz do Plano Nacional de Recursos Hídricos refere-se à imprescindível integração do planejamento da área de recursos hídricos com o planejamento das outras áreas de governo e com os setores usuários de água.

Conforme vimos no capítulo I, o planejamento dos recursos hídricos esteve historicamente associado ao do setor elétrico, entretanto, não ainda não se verifica esta integração com os demais setores, salvo em casos pontuais. A integração com o setor aquaviário é incipiente, mas pode ser bastante profícua. Segundo MACHADO (2007), a ANA vem trabalhando para equacionar, na perspectiva do uso múltiplo das águas, e do desenvolvimento do país, o impasse atualmente existente, envolvendo esses dois setores, relativo à responsabilidade da construção de eclusas nos barramentos.

Sob o ponto de vista da interface do setor de navegação com o setor hidroelétrico, alguns pontos de conflito pelo uso dos recursos hídricos merecem atenção, quais sejam: ausência de política de construção de eclusas; indefinição de como fazer o rateio de custos; restrições operativas das usinas hidrelétricas por conta da operação das eclusas e rios obstaculizados por empreendimentos hidroelétricos.

A figura 48 a seguir, apresenta o mapa hidroviário do Brasil, distinguindo as hidrovias como segue:

- Rios Navegáveis previstos na Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973;
- Rios Navegáveis não relacionados especificamente na Lei 5.917.

São destacados, ainda, na mesma figura 48, os rios obstaculizados por barragens hidroelétricas construídas sem eclusas.

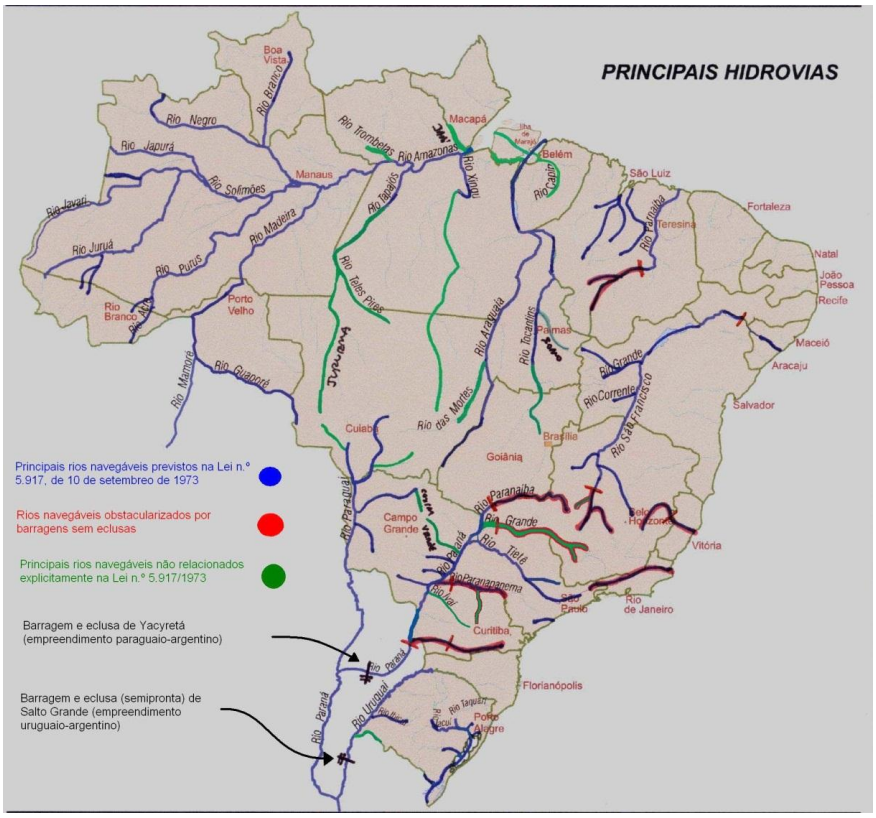


Figura 48: Principais Hidrovias

Fonte: ANA, 2006c

III.5.3.4. Pesca e Aquicultura

Nos rios, as espécies de peixes são adaptadas à correnteza da água e ao regime de flutuação de secas e cheias. Os peixes migradores têm que subir o rio pra desovar, mas a partir da implantação de uma barragem, é necessário que se crie mecanismos de transposição de peixes (escadas, eclusas e até elevadores).

Na aquicultura, tem se verificado a intensificação do uso de tanques redes (Figura 49) em reservatórios hidroelétricos, o que pode alterar a qualidade da água do mesmos e introduzir espécies exóticas.

Figura 49: Tanque-Rede de criação de Tilápia, em Uruaçú

Fonte: IVIG, 2009

Sob o ponto de vista da interface do setor de pesca com o setor elétrico, alguns pontos de conflito pelo uso dos recursos hídricos merecem atenção, quais sejam:

- os mecanismos de transposição de peixes em usinas hidroelétricas tem ganhado maior importância e se aprimorado por conta da rica biodiversidade da ictiofauna na Amazônia, região de grande potencial hidráulico. Boa parcela da população Amazônica tem nos peixes sua principal fonte de proteína.
- a introdução de espécies exóticas (corvina, tucunaré e tilápias são exemplos recorrentes) pode causar:
    - entupimentos nas turbinas;
    - desequilíbrio na ictiofauna;
    - alteração na qualidade da água do reservatório devido à ração e dejetos dos peixes e seus dejetos.

Por sua vez, a alteração da qualidade da água[305] dos reservatórios pode propiciar o crescimento de macrófitas aquáticas. (Figura 50) As macrófitas aquáticas são, em sua grande maioria, vegetais terrestres que ao longo de seu processo evolutivo, se readaptaram ao ambiente aquático, por isso apresentam algumas características de vegetais terrestres e uma grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes (o que torna sua ocorrência muito ampla). (CDCC, 2011)

[305] A alteração da qualidade da água pode ocorrer por diversos motivos e não somente pelo uso dos tanques-rede.

Figura 50: Macrófitas no Reservatório da UHE Serra da Mesa (GO)

Fonte: IVIG, 2009

Devido ao fato das macrófitas aquáticas constituírem um grupo muito grande, elas são geralmente classificadas em 5 grupos ecológicos, baseados em seu modo de vida no ambiente aquático. (Figura 51)

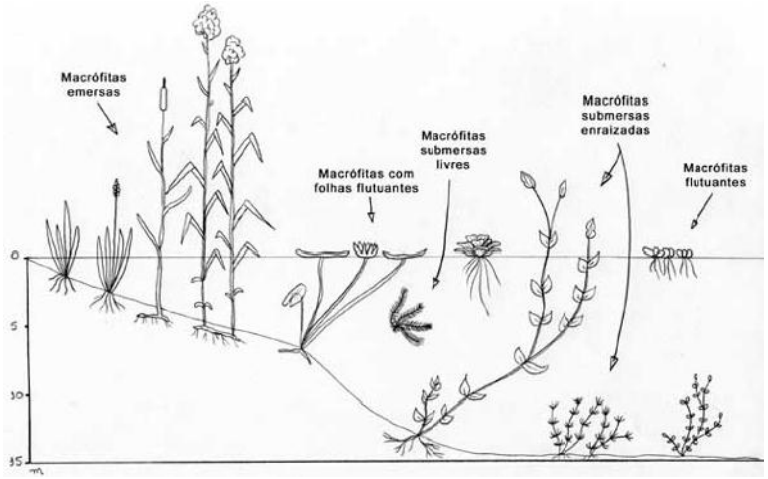


Figura 51: Grupos Ecológicos das Macrófitas

Fonte: (CDCC, 2011)

A questão das macrófitas também ganha importância por conta do setor de turismo, que tem suas atividades impactadas pelo crescimento das mesmas.

III.5.3.5. Turismo

Muitos reservatórios de regularização situam-se, atualmente, em regiões densamente povoadas, o que motivou a criação de uma infraestrutura turística à margem dos reservatórios, nos municípios ribeirinhos. A rentabilidade do turismo nestas

localidades depende da manutenção de uma cota de referência ou da definição da duração e da frequência de deplecionamentos[306], abaixo da cota de referência.

Por outro lado, percebe-se uma devastação crescente da cobertura florestal, que contribui para intensificar os processos erosivos nas encostas e nos taludes (não vegetados), provocando o assoreamento dos reservatórios. Como consequência, há aumento da evaporação da água do solo e dos corpos de água, podendo comprometer o abastecimento das comunidades atendidas por esses mananciais. O desmatamento pode provocar ainda, alteração do equilíbrio ecológico dos ecossistemas afetados e motivar, entre outras consequências, a proliferação de pragas que atacam plantações e invadem áreas urbanas.

Em contrapartida, a preservação/recuperação da cobertura vegetal, além de assegurar a qualidade e perenidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, ampliará o potencial da área para ecoturismo e lazer, tendo como atrativos, matas, cachoeiras, fontes, bem como flora e fauna abundante e diversificada.

Sob o ponto de vista da interface do setor de turismo com o setor elétrico, alguns pontos de conflito pelo uso dos recursos hídricos merecem atenção, quais sejam: a invasão das margens dos reservatórios pode desencadear processos erosivos, prejudicando o lazer e a qualidade da água do reservatório e a imposição de restrição adicional no deplecionamento de reservatórios para seu uso turístico.

III.5.3.6. Indústria

No entorno de reservatórios hidrelétricos, é comum o lançamento de efluentes industriais. Os monitoramentos feitos em reservatórios consideram parâmetros físico-químicos, biológicos e bacteriológicos, de forma a avaliar a qualidade da água, que é prejudicada por conta dos diversos lançamentos de efluentes.

Há também captações de água nos reservatórios, para uso industrial, que diminuem a disponibilidade hídrica para fins de geração hidrelétrica.

Sob o ponto de vista da interface do setor industrial com o setor elétrico, alguns pontos de conflito pelo uso dos recursos hídricos merecem atenção, quais sejam: o lançamento de efluentes sem tratamento causam alteração na qualidade da água e, por

[306] Variação do nível da água de um reservatório diretamente influenciado pela maior ou menor capacidade de geração e vertimento dos reservatórios. (adaptado de SEFAC, 2010)

conseguinte, podem ocasionar corrosão nas turbinas e as captações a montante diminuem a disponibilidade hídrica.

III.5.3.7. Mineração

Principal insumo do setor de mineração, a água vem tornando-se cada vez mais objeto da preocupação das empresas desse segmento. Entre os principais fatores considerados no momento de implantar uma usina de beneficiamento, estão o uso da água e a bacia para disposição de rejeitos. (CETEM, 2005) Por força de leis cada vez mais exigentes, o uso da água e o controle de efluentes têm forte influência nos projetos das unidades de beneficiamento de minérios, entretanto, a preocupação com os recursos hídricos não vem se dando de forma homogênea, ficando restrita, na maioria dos casos, às empresas de grande porte.

Há carência de dados sobre o consumo, a origem e a qualidade da água utilizada na mineração, bem como um controle mais rígido tanto da origem quanto do material descartado. Tudo isso dificulta a formulação de políticas de controle.

Sob o ponto de vista da interface do setor minerário com o setor elétrico, alguns pontos de conflito pelo uso dos recursos hídricos merecem atenção, quais sejam: o carreamento de sedimentos causa assoreamento no reservatório; a captação de água reduz a disponibilidade hídrica e o lançamento de efluentes causa a degradação do reservatório e a corrosão das máquinas.

Em todos os casos citados, as consequências para o setor de hidroeletricidade vêm na forma de restrições operativas e aumento do custo de geração

III.5.4. Eventos Hidrológicos Críticos

A ocorrência mais frequente e com maior intensidade de eventos extremos, como secas e cheias, deverá aumentar o conflito entre usuários da água nas diversas bacias hidrográficas brasileiras. Com relação especificamente aos aproveitamentos hidroelétricos, a expansão da demanda por recursos hídricos - em valores absolutos e em sua diversidade - exigirá um conhecimento mais profundo da área de atuação e um acompanhamento permanente das condições de geração e não apenas no sítio da usina e

no entorno do reservatório. Os balanços hidrológicos deverão ser mais precisos e os levantamentos dos impactos econômicos e ambientais terão de ser mais detalhados, pois a responsabilidade social da usina hidroelétrica perante a comunidade ribeirinha e os demais usuários tende a aumentar. O desafio na geração hidroelétrica é integrar em seu planejamento e operação novos temas – e, portanto, novas competências – muitas vezes de natureza bastante distintas. (FREITAS E SOITO, 2009b)

No que se refere à operação dos reservatórios nos eventos hidrológicos críticos, deve-se mantê-los não muito cheios quando se inicia o período chuvoso. Por precaução, antes do início das chuvas, o nível de água é rebaixado, mantendo o chamado o volume de vazio, ou volume de espera (Figura 52). Isso é feito, para que se as chuvas chegarem muito intensas, o reservatório possa guardar boa parte da água. Quando o volume de chuva é muito grande, as máquinas das usinas passam a gerar em sua capacidade máxima e às vezes, é necessário abrir as comportas para não esgotar a capacidade de armazenamento do reservatório. A água é, então, liberada gradualmente.

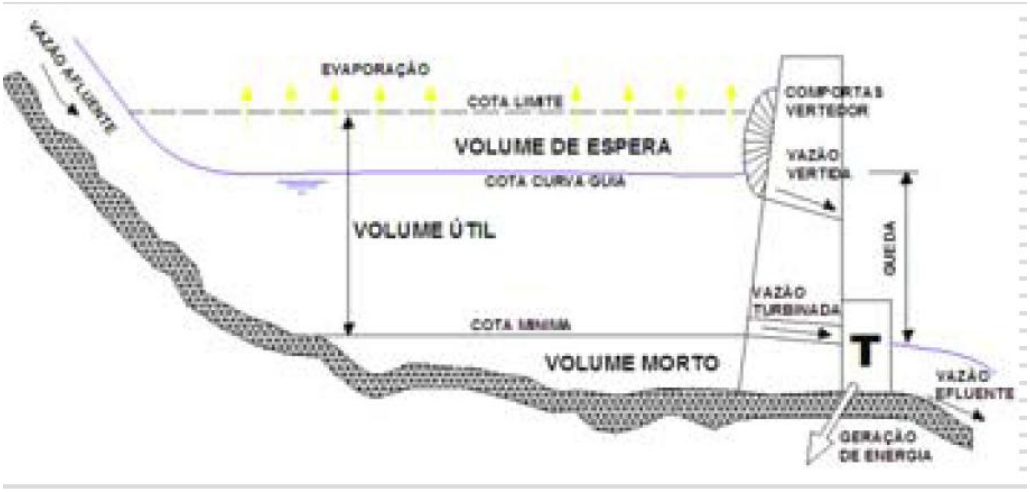


Figura 52: Volume de Espera de reservatórios hidrelétricos.
Fonte: TUCCI e MENDES, 2010

Todo esse processo é avaliado constantemente, com base em estudos e critérios estabelecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas) e o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico). Para isso, as principais geradoras do país contam com serviço de meteorologia, uma rede de dados hidrológicos e climatológicos. A decisão de liberar ou

diminuir a quantidade de água se baseia na análise da previsão meteorológica, e das informações recebidas sobre o volume de chuvas, níveis dos rios e dos reservatórios.

Quando o período das chuvas vai chegando ao final, e a possibilidade de ocorrer cheias é pequena, volta-se a encher o reservatório. Se o armazenamento ficar muito baixo e não chover mais, o fornecimento de energia pode ficar comprometido durante a próxima estação seca.

As empresas do setor elétrico, ao mesmo tempo em que administram dados climatológicos e operam os reservatórios, devem repassar às comunidades sujeitas a inundação, as informações sobre o comportamento das bacias onde estão seus reservatórios. Para a tomada de medidas preventivas, as análises devem ser repassadas para coordenadoria da Defesa Civil.

Destaca-se que além do volume de espera causar restrições operativas, a ocupação irregular pode gerar prejuízos materiais e humanos e/ou restringir ainda mais a geração hidroelétrica.

Neste sentido, as empresas do setor devem realizam minimamente as seguintes atividades, antes e depois da estação das chuvas (FURNAS, 2005a *apud* SOITO, 2010):

Antes

- Verificação das restrições hidráulicas existentes, incorporação de novas restrições e reavaliação dos tempos de recorrência;
- Acompanhamento do processo de elaboração do Plano Anual de Prevenção de Cheias (PAPC), junto ao ONS[307];
- Revisão das Instruções de Operação, incorporando as informações do PAPC (restrições, regras, cronologia dos volumes de espera e diagramas) e atualização da lista de contatos externos;
- Manutenção dos órgãos extravazores, inspeções sub-aquáticas e realização de obras que requeiram baixas vazões;
- Inspeção e manutenção dos postos da rede hidrometeorológica a cada três meses;

[307] Ao ONS, cabe a tarefa delegada pela Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, que estabelece em seu art. 13. As atividades de coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados serão executadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico, pessoa jurídica de direito privado, mediante autorização da ANEEL, a ser integrado por titulares de concessão, permissão ou autorização e consumidores a que se referem os arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 1995

- Atualização das curvas-chave e reavaliação da calibragem dos modelos de previsão;
- Monitoramento rotineiro das condições meteorológicas e hidrológicas e elaboração de previsões;
- Realização de palestras nas usinas sobre hidrometeorologia e operação hidráulica.

Durante

- Monitoramento intensivo das condições hidráulicas, meteorológicas e hidrológicas e elaboração de previsões;
- Programação e realização de campanhas de medição de vazão em níveis altos baseada na qualidade das curvas-chave e nas previsões de níveis;
- Programação das defluências em articulação com o ONS e agentes de geração;
- Divulgação para defesa civil, órgãos ambientais, ANA e ANEEL, da programação de vertimentos e das previsões de vazões e níveis;
- Realização de viagens de inspeção aos locais inundados ou com risco de inundação.

III.6. A Política de Gestão Integrada no Mundo e Tendências Atuais

Na legislação brasileira, embora a Resolução CONAMA 357/05 faça referência ao equilíbrio ecológico aquático, não é levada em conta a dimensão ecológica dos corpos hídricos, (OLIVEIRA e MARQUES, 2008 *apud* IVIG, 2009c). Na Comunidade Européia, por outro lado, está em curso a adoção da Diretiva Marco da Água (DMA), conjunto de diretrizes a serem seguidas pelos países integrantes, que introduzem o ambicioso objetivo de se atingir o "bom estado ecológico" de "massas de água". A DMA indica um tratamento bastante diferenciado dos problemas ambientais, ao inserir de forma inovadora, a noção de "estado ecológico", reconhecendo a dinamicidade dos processos ecológicos de massas de água em biomas com seus diferentes estágios. (CE, 2000)

A gestão da água muitas vezes está intrinsecamente relacionada a outros elementos, como, por exemplo, a gestão do solo, o que indica algumas vantagens na eventual gestão da água no solo, (FIRMO, 2007). Um exemplo interessante de coordenação de políticas de gestão de água e energia é o do Estado da Califórnia, nos Estados Unidos.

Esse item III.6. apresenta essas e outras reflexões acerca de iniciativas inovadoras na gestão de recursos hídricos e está organizado da seguinte forma: o sub-item III.6.1. descreve sucintamente a DMA e algumas considerações a seu respeito; o sub-item III.6.2. apresenta um resumo de alguns artigos sobre a questão da água na Espanha, onde, especialmente nas bacias mediterrâneas, há graves problemas de escassez; no sub-item III.6.3., é apresentada uma reflexão sobre a cobrança da água no mundo e no Brasil e no sub-item III.6.4., é descrita a política californiana de gestão integrada de recursos hídricos, uma interessante percepção das vantagens de políticas coordenadas de gestão de água e de energia.

III.6.1. A Diretiva Marco da Água

A adoção do conceito de qualidade ecológica foi motivada pela necessidade de desenvolver um quadro de avaliação da qualidade da água mais abrangente, devido, principalmente, ao fato das águas de superfície se manterem com níveis elevados de poluição, apesar das medidas impostas pela legislação em vigor relativas à proteção das águas.

A Diretiva Marco da Água é um conjunto de medidas a serem adotadas pelos países da Comunidade Européia (CE), cujo objetivo é estabelecer um enquadramento para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas que: a) Evite a continuação da degradação, proteja e melhore o estado dos ecossistemas aquáticos, e também dos ecossistemas terrestres e zonas úmidas; b) Promova um consumo de água sustentável, baseado numa proteção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis; c) Vise uma proteção reforçada e um melhoramento do ambiente aquático, nomeadamente através de medidas específicas para a redução gradual das descargas, das emissões e perdas de substâncias prioritárias e da cessação ou eliminação por fases de descargas, emissões e perdas dessas substâncias

prioritárias; d) Assegure a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evite a agravação da sua poluição e, e) Contribua para mitigar os efeitos das inundações e secas. (CE, 2000 *apud* FIRMO & PINTO DE MOURA, 2009)

Ainda no texto da diretiva, são feitas algumas definições, dentre outras:

- "Estado das águas de superfície": a expressão global do estado em que se encontra uma determinada massa de águas de superfície, definido em função do pior dos dois estados, ecológico ou químico, dessas águas;
- "Bom estado das águas de superfície": o estado em que se encontra uma massa de águas de superfície quando os seus estados ecológico e químico são considerados, pelo menos, "bons";
- "Estado ecológico": a expressão da qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície;
- "Bom estado ecológico" [308]: o estado alcançado por uma massa de águas de superfície, classificado como bom nos termos do anexo da DMA.

Os objetivos ambientais estabelecidos para as águas de superfície consistem na prevenção da deterioração do estado das águas e em atingir o "bom estado" para todos os meios hídricos de
superfície, com exceção dos meios hídricos artificiais ou fortemente modificados. O "bom estado" exige que sejam alcançados o "bom estado químico" e o "bom estado ecológico". No caso dos meios hídricos artificiais ou fortemente modificados, o objetivo de "bom estado ecológico" é substituído pelo de "bom potencial ecológico", mantendo-se, no entanto, o objetivo de "bom estado químico".

A definição do "estado ecológico" ou do "potencial ecológico" é feita a partir da avaliação de três conjuntos de elementos de qualidade, sendo indicados para cada um deles indicadores operacionais. Na tabela 16, apresentam-se os elementos de qualidade e indicadores operacionais estabelecidos para as quatro categorias de meios hídricos naturais, que constam no Anexo V e que devem ser adotadas na classificação do estado ecológico.

[308] "Qualidade ecológica das águas" é expressão global da estrutura e funcionamento da comunidade biológica tomando em consideração tanto os fatores naturais fisiográficos, geográficos e climáticos como as condições físicas e químicas, incluindo as que resultam das atividades humanas "Boa qualidade ecológica" é a qualidade adequada às necessidades do ecossistema, tendo em conta o objetivo de manter a capacidade de autodepuração, e que satisfaça certos elementos pertinentes (PIO e HENRIQUES, 2000)

Nesse sentido, BARRAQUÉ (2003), observa que não é a primeira vez que a Europa assume de forma unificada o objetivo da melhora do meio aquático, destacando que a DMA busca, fundamentalmente, uma política sustentável para a água. Portanto, a DMA avança no sentido de uma visão sistêmica da gestão de recursos hídricos dando ênfase aos processos ecológicos em sua mais ampla compreensão de forma a propiciar a sustentabilidade das massas de água. O conceito de "bom estado ecológico" imprime à DMA um caráter ousado.

ELEMENTO DE QUALIDADE	CATEGORIA DE MEIO HÍDRICO			
BIOLÓGICO	RIO	LAGO	ÁGUAS DE TRANSIÇÃO	ÁGUAS COSTEIRAS
Fitoplâncton				
Abundância	x	x	x	x
Biomassa	n.a.	x	x	x
Composição taxonómica	x	x	x	x
Frequência e intensidade de "blooms" de algas	x	x	x	x
Macrófitos e fitobentos				
Composição taxonómica	x	x	n.a.	n.a.
Abundância	x	x	n.a.	n.a.
Macroalgas e angiospérmicas				
Composição taxonómica	n.a.	n.a.	x	x
Abundância	n.a.	n.a.	x	x
Cobertura de macroalgas	n.a.	n.a.	x	x
Presença de espécies sensíveis	n.a.	n.a.	n.a.	x
Invertebrados bentónicos				
Composição taxonómica	x	x	x	x
Abundância	x	x	x	x
Razão espécies sensíveis/tolerantes	x	x	n.a.	n.a.
Nível de diversidade	x	x	x	x
Presença de espécies sensíveis	n.a.	n.a.	x	x
Peixes				
Composição taxonómica	x	x	x	n.a.
Abundância	x	x	x	n.a.
Presença de espécies sensíveis	x	x	n.a.	n.a.
Estrutura etária	x	n.a.	n.a.	n.a.
HIDROMORFOLÓGICO	RIO	LAGO	ÁGUAS DE TRANSIÇÃO	ÁGUAS COSTEIRAS
Regime hidrológico				
Caudais	x	x	n.a.	n.a.
Condições de escoamento	x	x	n.a.	n.a.
Nível	n.a.	x	n.a.	n.a.
Tempo de residência	n.a.	x	n.a.	n.a.
Ligações às águas subterrâneas	x	x	n.a.	n.a.
Regime de marés				
Direcção/velocidade das correntes dominantes	n.a.	n.a.	n.a.	x
Fluxo de água doce	n.a.	n.a.	x	x
Exposição às vagas	n.a.	n.a.	x	x
Condições morfológicas				
Profundidade/Variação da profundidade	x	x	x	x
Largura do leito	x	n.a.	n.a.	n.a.
Velocidade de escoamento	x	n.a.	n.a.	n.a.
Estrutura e substrato do leito	x	x	x	x
Estrutura/Estado de conservação da zona ripária	x	n.a.	n.a.	n.a.
Estrutura/ Condição das margens	n.a.	x	n.a.	n.a.
Estrutura/ Condição das zonas intermariais	n.a.	n.a.	x	x

n.a. - não aplicável

Tabela 16: Elementos de qualidade e indicadores operacionais da classificação do "estado ecológico".

Fonte: PIO E HENRIQUES (2000)

No entanto, as definições constantes da DMA suscitaram algumas críticas quanto à clareza e dificuldade em sua implementação. PEREIRA-RAMOS (2001) afirma que a DMA é uma diretiva ambiciosa cujas modalidades de aplicação prática se mantêm imprecisas, em particular, a definição dos estados de referência para a qualidade da água. Para CABRERA MARCET *et al.* (2008), muito se falou em DMA e pouco se avançou em seu cumprimento. OLIVEIRA e MARQUES (2008) também comentam a falta de uma maior clareza. Segundo os autores, as diretivas funcionam em cinco classes ecológicas, no entanto *"só fornecem uma orientação geral de como definir as classes ecológicas propostas, emergindo como um dos maiores e mais práticos desafios para a efetivação das diretivas a definição do status ecológico de uma massa de água específica."* (FIRMO E PINTO DE MOURA, 2009)

Corroborando para as críticas indicadas, UNESCO (2009) sinaliza que diversos membros da Comunidade Européia podem não atingir os objetivos da DMA, particularmente devido à deterioração física dos ecossistemas aquáticos como resultado da super exploração dos recursos hídricos e dos elevados níveis de poluição de fontes difusas.

Em que pese a carência de maior precisão nas definições, a adoção do conceito de "bom estado ecológico" representa um avanço no sentido de incorporar os processos ecológicos na gestão dos recursos hídricos, considerando uma série de parâmetros químicos, físicos e biológicos, além de seu estágio ecológico, finalmente incorporando a dinamicidade desses processos em políticas de gestão. Ainda que de mais difícil implementação, tende a ser mais realista e, se instituída adequadamente, mais eficaz.

A adoção de uma política de gestão das águas comum para os países da CE é bastante apropriada uma vez que, dentre outras razões, como se pode observar na figura 53, o continente possui uma área maior de bacias transfronteiriças do que de bacias inseridas completamente em um único país. Nesse sentido, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, a adoção de uma diretriz única na CE a ser adaptada e implementada nos países membros sinaliza uma forma eficiente para lidar com os crescentes problemas de diminuição da quantidade e da qualidade da água no continente.

Analisando a indústria da água, BARRAQUÉ (2003) *apud* FIRMO e PINTO DE MOURA (2009) conclui que a DMA empurra os países europeus membros, especialmente os mediterrâneos, em direção a uma política de água a partir da

perspectiva da gestão da demanda, no que se poderia chamar da "*terceira idade*" da indústria da água[309].

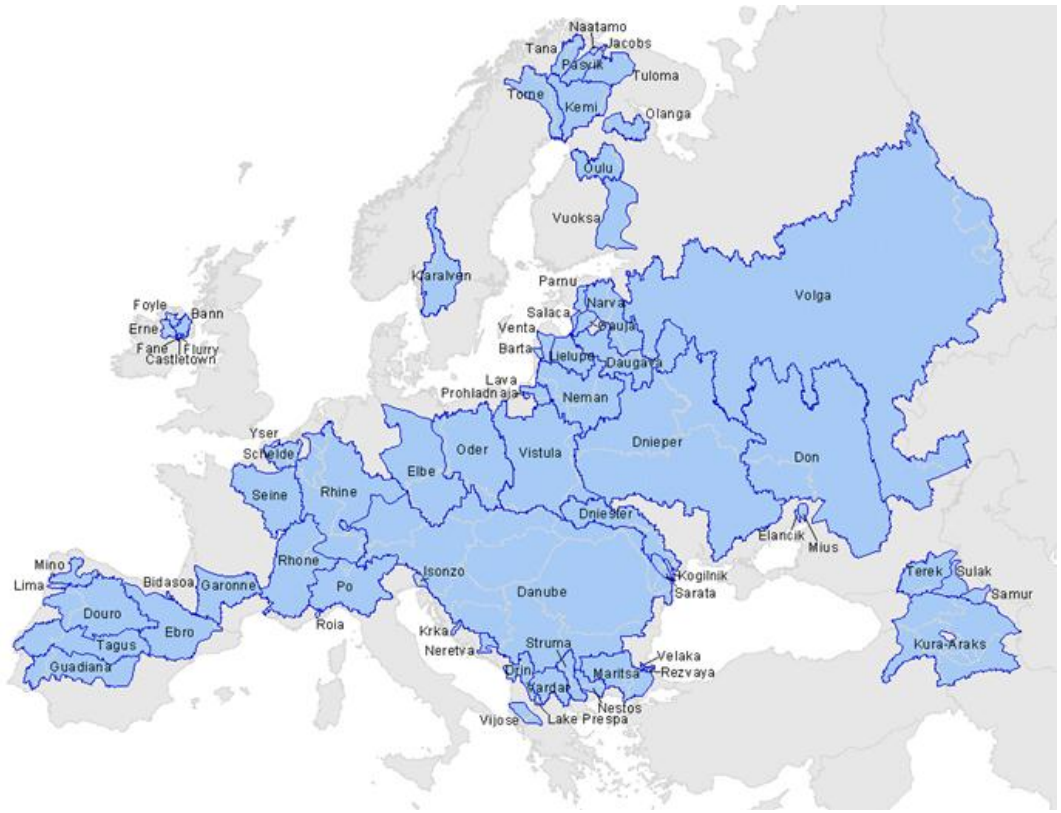


Figura 53: Bacias transfronteiriças na Europa.
Fonte: MÖLLENKAMP (2003).

O próximo item descreve sucintamente a questão da escassez de recursos hídricos na Espanha - em especial nas bacias mediterrâneas - e de como o debate se direcionou para propostas essencialmente políticas.

III. 6.2. A Gestão da Água e a Escassez na Espanha

A partir das definições da DMA, o *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino* da Espanha (MMAR, 2009) elaborou mapas com dados do estado de suas massas de água de superfície, conforme apresentado na figura 54. Pode-se perceber que

[309] BARRAQUÉ (2003) descreve as três idades de engenharia da indústria da água. Adutoras e reservatórios (Engenharia Civil) caracterizaram a primeira fase, enquanto que potabilizadoras, depuradoras e tecnologias de membranas (Engenharia Química) marcaram a segunda fase. Os mais recentes avanços relacionados com a gestão da demanda dizem respeito à Engenharia Ambiental. (IVIG, 2009c)

a maioria das massas de água superficiais espanholas encontra-se sob pressão significativa em relação à quantidade e/ou à qualidade.

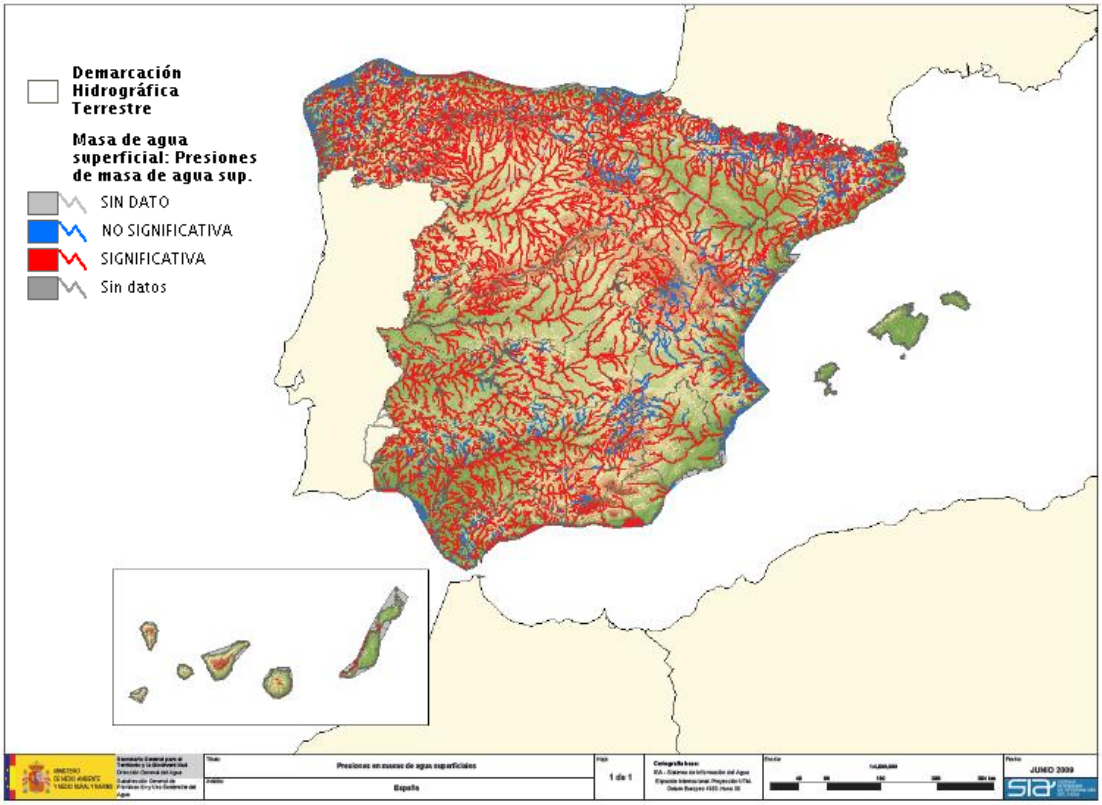


Figura 54: Massas de água superficiais na Espanha e estado de pressões sobre essas massas.

Fonte: MMAR, 2009 *apud* IVIG, 2009c

Entretanto, não obstante a adoção das metas da DMA, os resultados almejados podem não se concretizar na Espanha, devido à necessidade de mudanças mais profundas. Segundo CABRERA MARCET *et al* (2002) não resta dúvida que a água é escassa nos países do sul da União Européia, e, portanto, preciosa, destacando o caráter implícito de sua conservação e a necessidade de uma mudança de cultura. Entretanto, ressalta que razões culturais, interesses criados e um grande receio da classe política em introduzir mudanças significativas podem explicar porque uma mudança de cultura tão necessária se vê atrasada sistematicamente.

A politização dos problemas da escassez de água pode ter graves consequências na sua gestão, uma vez que requer comprometimentos maiores do que os eventualmente assumidos em um mandato político. Um exemplo é o estudo encomendado pelo

governo espanhol a especialistas intitulado *"La Sequía em España. Directrices para Minimizar su Impacto"* (MMA, 2007): das vinte e nove soluções detalhadas (medidas de eficiência, reuso da água, melhor controle dos usos, tarifação com estímulo à conservação, etc.), aquelas relativas à gestão da demanda não mereceram nenhuma atenção. O debate divulgado pela mídia e considerado pelos políticos abandonou vinte e sete das vinte e nove medidas sugeridas no relatório e se ateve apenas a duas possíveis soluções: dessalinização e transposição entre bacias. (CABRERA MARCET, 2008 *apud* FIRMO E PINTO DE MOURA, 2009). Esta última alternativa perdeu importância devido à resistência da população e consequente falta de apoio do governo, o que levou a uma tendência atual à construção de plantas dessalinizadoras no país.

III.6.3. A Cobrança Pelo Uso dos Recursos Hídricos na Europa e no Brasil

III.6.3.1. A Cobrança na Europa

CABRERA MARCET *et al* (2008) afirmam que a cobrança pelo uso da água não deve estar baseada apenas nos custos de pessoal, de energia e amortização de instalações urbanas menores, sendo necessário também considerar os custos de grandes obras como canais, instalações de tratamento, represas e até mesmo emissários submarinos. Os autores citam o princípio da recuperação dos custos dos serviços relacionados com a água, que inclui os custos de operação e manutenção, de capital (gerados pela amortização de grandes obras e instalações), de oportunidade, além de custos derivados de externalidades econômicas e custos ambientais como a forma correta de se valorar o uso da água. (FIRMO e PINTO DE MOURA, 2009)

Conforme se verifica na tabela 17, os países do norte da Europa (Dinamarca, Alemanha, Reino Unido) que apresentam menor estresse hídrico e menor oferta de recursos hídricos realizam uma recuperação de custos melhor do que países do sul da Europa como a Espanha. Na Dinamarca, o valor médio do uso da água cobrado aos usuários finais pelas concessionárias de água é de 4 €/m³, enquanto que na Espanha é de 0,96 €/m³ (CABRERA MARCET *et al*, 2008 *apud* FIRMO e PINTO DE MOURA, 2009). Para os autores, uma política tarifária adequada com preços crescentes no médio e longo prazo seria a medida mais eficaz para impulsionar o uso eficiente da água.

País	10^3 m^3disponíveis per	% do território com estresse
Dinamarca	2,49	7,7
Alemanha	1,35	1,1
Reino	3,1	21,0
Grécia	2,96	58,0
Espanha	2,33	72,3
Portugal	3,25	74,7

Tabela 17: Valores de disponibilidade de recursos e estresse hídrico para alguns países da União Européia.

Fonte: WEF (2002) *apud* CABRERA MARCET *et al* (2002).

III.6.3.2. A Cobrança no Brasil

O instrumento da cobrança, introduzido pela Lei 9.433, foi instituído com os objetivos de reconhecer a água como bem econômico dando ao usuário uma indicação de seu valor real, incentivar a racionalização de seu uso e obter recursos para os financiamentos dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

A aplicação da cobrança pelo uso da água no Brasil é realizada em algumas bacias hidrográficas, cabendo aos comitês de bacias estabelecerem os mecanismos de cobrança e sugerir os valores a serem cobrados. Segundo RAMOS (2008) *apud* FIRMO e PINTO DE MOURA (2009) as bacias do rio Paraíba do Sul (localizada nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo) e do PCJ (rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí), situada nos estados de Minas Gerais e São Paulo apresentam um valor médio de cobrança de 0,02 R$/m³. Desde o início da cobrança na bacia do Rio Paraíba do Sul, foram arrecadados (de 2003 a 2008) R$ 37,9 milhões, sendo 68,5% deste valor pago pelo setor de saneamento. Nas bacias do PCJ, foram arrecadados (de 2006 a 2008) R$ 33,6 milhões, sendo 84,5% deste valor pago pelo setor de saneamento. Em termos *per capita*, a bacia do Rio Paraíba do Sul e do PCJ apresentam uma arrecadação de US$ 1,8/habitante/ano e US$ 0,8/habitante/ano, respectivamente.

Segundo dados do Ministério das Cidades (MC, 2006), o valor médio do uso da água cobrado aos usuários finais pelas concessionárias de água é de 1,75 R$/m³, muito abaixo dos 4 €/m³ cobrados pelas concessionárias de água da Dinamarca.

Analisando-se os baixos valores praticados na cobrança no Brasil, verifica-se que, ainda que um dos objetivos da Lei nº 9.433/97 seja *"incentivar a racionalização do uso da água",* dificilmente esse objetivo será atingido de forma a resultar em melhorias relevantes no seu uso racional.

Desta forma, se quisermos uma gestão no sentido de propiciar, de fato, uma conservação dos recursos hídricos, será necessário rever os valores das tarifas.

III.6.4. A Gestão Integrada de Água e Energia: A Política Californiana

A energia é necessária em todos os estágios do ciclo de uso da água[310], sendo difícil medir a quantidade de energia relacionada com a água que é consumida atualmente. Entretanto, em 2005, a *California Energy Commission* apresentou o relatório *California's Water – Energy Relationship* (CEC, 2005), *pa*ra "promover melhor entendimento da relação simbiótica entre os setores que prestam serviços de água e energia, especialmente com relação à eletricidade"; e propõe "políticas, práticas, métodos, ferramentas e procedimentos comuns, que, de forma coletiva, constituem uma gestão e planejamento integrados para os recursos hídricos e energéticos".

Baseando-se em informações das companhias de eletricidade da Califórnia, o referido relatório apresentou, uma estimativa do consumo de energia das companhias de abastecimento de água e de tratamento de águas residuais, dos usuários finais urbanos e agrícolas. As estimativas indicaram que o consumo energético relacionado com a água é alto: aproximadamente 19% de toda a eletricidade consumida na Califórnia, 30% do consumo de gás natural e mais de 80 milhões de galões de diesel.

O relatório da *California Energy Comission* concluiu que os planos futuros do Estado para recursos hídricos devem ser coordenados com os planos de gestão de energia do Estado para identificar e conciliar potenciais áreas de conflito e obter ganhos com pontos de sinergia utilizando uma abordagem holística e de valores sociais.

[310] Ciclo de uso da água refere-se a todo o processo de coletar, transportar, tratar e distribuir água para os usuários finais; o uso da água; e coleta, tratamento e disposição de águas residuais.

Para o desenvolvimento de um programa estadual de água e energia que integre o planejamento e gestão dos recursos hídricos e energéticos, foram colocadas duas premissas:

- *Economizar energia através da economia de água*, através de programas de conservação e uso eficiente da água;
- *Reduzir a demanda de energia dos sistemas de água:* existem muitas oportunidades para economizar energia e administrar o crescimento da demanda de água, dentre as quais, mudanças na gestão da água para reduzir o uso de abastecimentos mais energo-intensivo e adoção, pelo Estado, de uma política para facilitar a autossuficiência energética[311] das concessionárias de águas de forma a haver uma redução da demanda de energia dos sistemas de água.

O relatório CEC (2005, p.82) recomendou as seguintes ações conjuntas às entidades[312] envolvidas com o setor de água e energia (tradução livre):

- Estabelecer uma metodologia de avaliação para o ciclo de utilização de água que contabilize a energia consumida e as externalidades. Esta metodologia é necessária para capturar essas diversidades de forma que possam ser úteis aos planejadores na priorização de seus investimentos.
    - Incorporação, pelas concessionárias de água e energia, de uma abordagem de avaliação social nas metodologias de precificação dos recursos, carteiras de programas de eficiência de energia e água e critérios de investimento;
    - Para facilitar a antecipação dos resultados, estabelecer um *proxy* para o valor social enquanto o detalhamento da metodologia está sendo desenvolvido.
- Buscar oportunidades de investimentos conjuntos que possam produzir o benefício de uma energia incremental, mas que não são consideradas boas em termo de custo-benefício quando aplicadas individualmente.
- Alavancar o trabalho que já está em andamento por outros, incluindo o *U.S. Department of Energy National Laboratories, Water-Energy Nexus Program*,

[311] Autossuficiência energética refere-se a uma entidade que supre sua própria demanda energética. Isto seria tipicamente feito através de uma combinação entre eficiência energética e auto-produção de energia.
[312] As entidades são: *California Energy Comission* (CEC), *Department of Water Resources* (DWR), *California Public Utilities Commission* (CPUC), *Air Resources Board*, *State Water Resources Control Board* e *California Department of Health Services.*

Pacific Institute, California Urban Water Conservation Council, and the Irrigation Training and Research Center. Trabalhar em estreita colaboração com estas entidades (e outros) para:

- Inventariar, caracterizar e medir as interdependências entre água e energia na Califórnia;
- Desenvolver programas piloto para testar ferramentas e metodologias para avaliar *tradeoffs* entre estas interdependências;
- Desenvolver modelos analíticos e ferramentas para elaboradores de políticas, reguladores, concessionárias e outros agentes importantes, utilizando-os no desenvolvimento de uma relação custo-benefício de programas conjuntos de água e energia;
- Pesquisar oportunidades e tecnologias que aumentem o desempenho energético do ciclo de uso da água e incrementem as capacidades de geração do sistema de água.

O relatório indica que ainda não há uma completa compreensão de todas as nuances da relação entre água e energia no Estado da Califórnia, entretanto, afirma que não resta dúvida que significantes benefícios energéticos são possíveis através do uso eficiente da água e do aumento da eficiência energética no ciclo de uso da água. Por outro lado, ressalta que nem de perto foi feito o suficiente para assegurar que as estratégias de suprimento de água da Califórnia estejam sincronizadas com as estratégias do Estado para a energia, e também, que não se tem feito o suficiente para forjar parcerias entre os setores de água e energia para aproveitar as sinergias naturais de seus recursos para o benefício dos californianos. Por fim, o relatório indica que para o longo prazo, os formuladores de políticas da Califórnia em água e energia precisam se comprometer para o planejamento e gestão conjuntas desses recursos críticos. Políticas e objetivos conflitantes precisam ser identificados e resolvidos. Os planos de recursos hídricos precisam incluir uma contabilização dos impactos da energia e avaliar alternativas para sua diminuição.

Capítulo IV. Bacias Transfronteiriças: O Caso da Bacia do Rio Madeira

IV.1. Bacias Transfronteiriças no Brasil

Hoje no Brasil, os recursos hídricos têm sua gestão organizada por bacias hidrográficas em todo o território nacional, seja em corpos hídricos de titularidade da União ou dos Estados. A atual divisão foi definida através da Resolução CNRH n°32, de 15 de outubro de 2003, dividindo o país, em 12 regiões hidrográficas (Figura 55), quais sejam: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Leste, São Francisco, Atlântico Sudeste, Paraná, Uruguai e Atlântico Sul.

Figura 55: Regiões Hidrográficas do Brasil

Fonte: ANA (2005a)

IV.1.1.1. Metodologia de Classificação de Bacias Hidrográficas

No fim da década de 80, o engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter, funcionário do extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) desenvolveu um método de codificação numérica de bacias hidrográficas, considerando as áreas de contribuição direta de cada trecho da rede hidrográfica.

Nesse método a rede da drenagem é categorizada em três classes:

(1) de drenagem direta para o mar (aquelas que drenam diretamente);

(2) de drenagem para bacias fechadas, e

(3) aquelas que são tributárias dos dois primeiros casos.

Os códigos são aplicados às quatro maiores bacias hidrográficas identificadas que drenam diretamente para o mar, sendo-lhes atribuídos os algarismos pares 2, 4, 6, e 8, seguindo uma ordem no sentido horário em torno do continente. À maior bacia fechada é atribuído o código 0 (zero). As demais áreas do continente são as regiões hidrográficas restantes, as quais são atribuídas os algarismos ímpares 1, 3, 5, 7, e 9, de tal forma que a interbacia 3 encontra-se entre as bacias 2 e 4, a interbacia 5 encontra-se entre as bacias 4 e 6, e assim sucessivamente. Todas estas áreas podem ser subdivididas até a discretização do último trecho da rede de drenagem, gerando ottobacias de nível "n".

As "Ottobacias" são, então, áreas de contribuição dos trechos da rede hidrográfica codificadas segundo o método de Otto Pfafstetter para classificação de bacias.

A figura 56 abaixo, apresenta as bacias de Nível 1 para a América do Sul segundo o método de codificação de Otto Pfafstetter.

Figura 56: Ottobacias Nível 1: América do Sul

Fonte: ANA, 2007c

Para o Brasil, a divisão está apresentada na figura 57, abaixo:

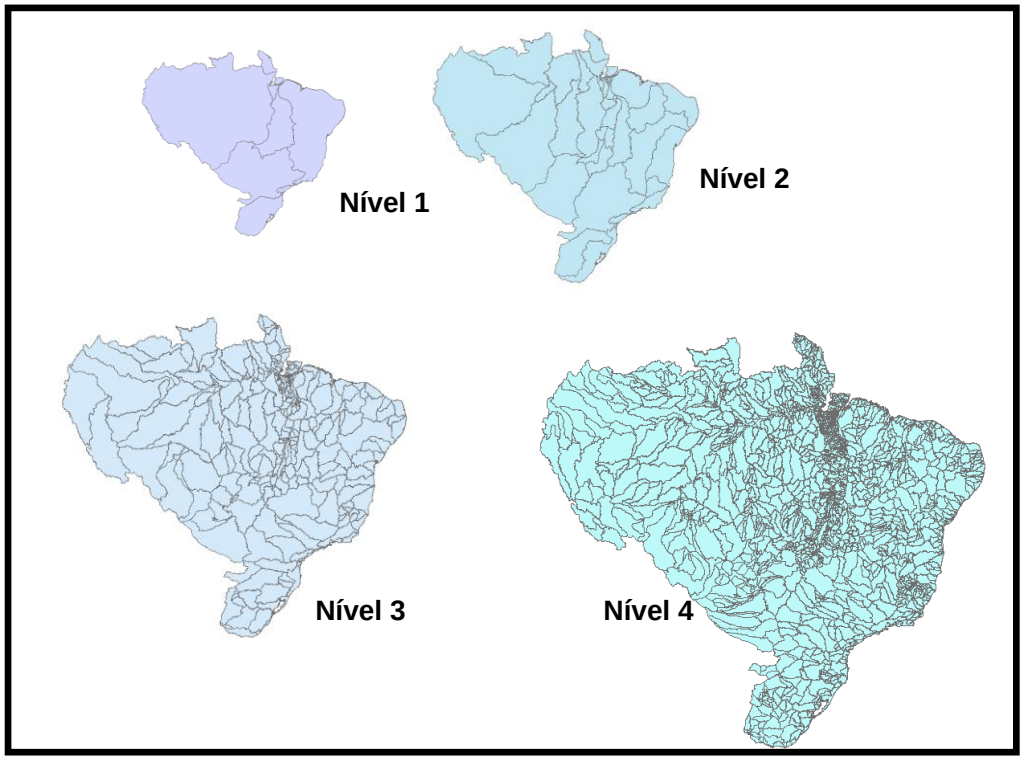


Figura 57: Ottobacias no Brasil – Níveis 1, 2, 3 e 4

Fonte: ANA, 2007d

A Resolução nº 32 do CNRH que instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional apresentada anteriormente, baseou-se na metodologia desenvolvida por Otto Pfasttetter e o SIG Madeira que apresentaremos ainda neste capítulo também foi desenvolvido adotando-se esta metodologia.

As regiões hidrográficas Amazônica, do Paraguai, do Paraná e do Uruguai (Figura 58) incluem rios que passam por um ou mais países além do Brasil, caracterizando uma situação de águas compartilhadas[313], tendo sido assinados ao longo dos anos, tratados internacionais para gerir estes recursos hídricos.

Por este motivo, o país deve estimular o diálogo e a aproximação com os países vizinhos com vistas à gestão sustentável dos recursos hídricos transfronteiriços.

[313] Recursos compartilhados são recursos hídricos que se estendem sobre o território de dois ou mais Estados ou Países. Outras definições merecem destaque: (i) Rios Contíguos (ou fronteiriços) são cursos d'água cujas margens se situam em Países distintos; (ii) Rios contínuos (ou sucessivos) são cursos d'água que atravessam o limite de dois Países; (iii) Rio Internacional, todo curso d'água que atravessa ou separa o território de dois ou mais Estados (países). O Governo brasileiro não utiliza esse termo e (iv) Rio Transfronteiriço, comumente empregado como sinônimo de rio internacional ou compartilhado. *Stricto sensu*, tratar-se-ia de rio contínuo e que formam, portanto, fronteiras terrestres. (MMA, 2006)

Destaca-se, como exemplos, o Tratado da Bacia do Prata[314] e o Tratado de Cooperação Amazônica[315][316].

Figura 58: Bacias Transfronteiriças

Fonte: MMA, 2006

De fato, as bacias hidrográficas não respeitam os limites políticos (Figura 58). O Brasil tem grande parte de suas fronteiras definidas por rios, tornando o tema transfronteiriço de extrema relevância. Segundo (MMA, 2007), 60% do território brasileiro coincide com bacias de rios transfronteiriços, sendo elas: Bacia Amazônica, Bacia Platina, Bacia da Lagoa Mirim, Bacia do Chuí e Bacia do Oiapoque. (Vide Anexo II)

Em levantamento realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), foram identificados 74 rios fronteiriços e transfronteiriços, em áreas com grande diversidade geográfica e institucional.

[314] Prevê, em seu Art. I, a promoção do desenvolvimento harmonioso e a integração física da Bacia do Prata e de suas áreas de influência.

[315] Em seu Artigo V, destaca que as "Partes Contratantes procurarão envidar esforços com vistas à utilização racional dos recursos hídricos"

[316] O Tratado de Cooperação Amazônica (TCA) foi assinado em 3 de julho de 1978 pela Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela com o objetivo de promover ações conjuntas para o desenvolvimento harmônico da Bacia Amazônica. Os Países Membros assumiram à época o compromisso comum com a preservação do meio ambiente e o uso racional dos recursos naturais da Amazônia. Em 1995, as oito nações decidiram criar a OTCA para fortalecer e implementar os objetivos do Tratado. A emenda ao TCA foi aprovada três anos depois e a Secretaria Permanente se estabeleceu em Brasília em dezembro de 2002. (OTCA, 2011a)

A Região Hidrográfica Amazônica pode ser dividida, em um primeiro nível (Figura 59), em 10 sub-regiões hidrográficas, que por sua vez também podem ser divididas em um segundo nível, perfazendo um total de 49 sub-regiões hidrográficas

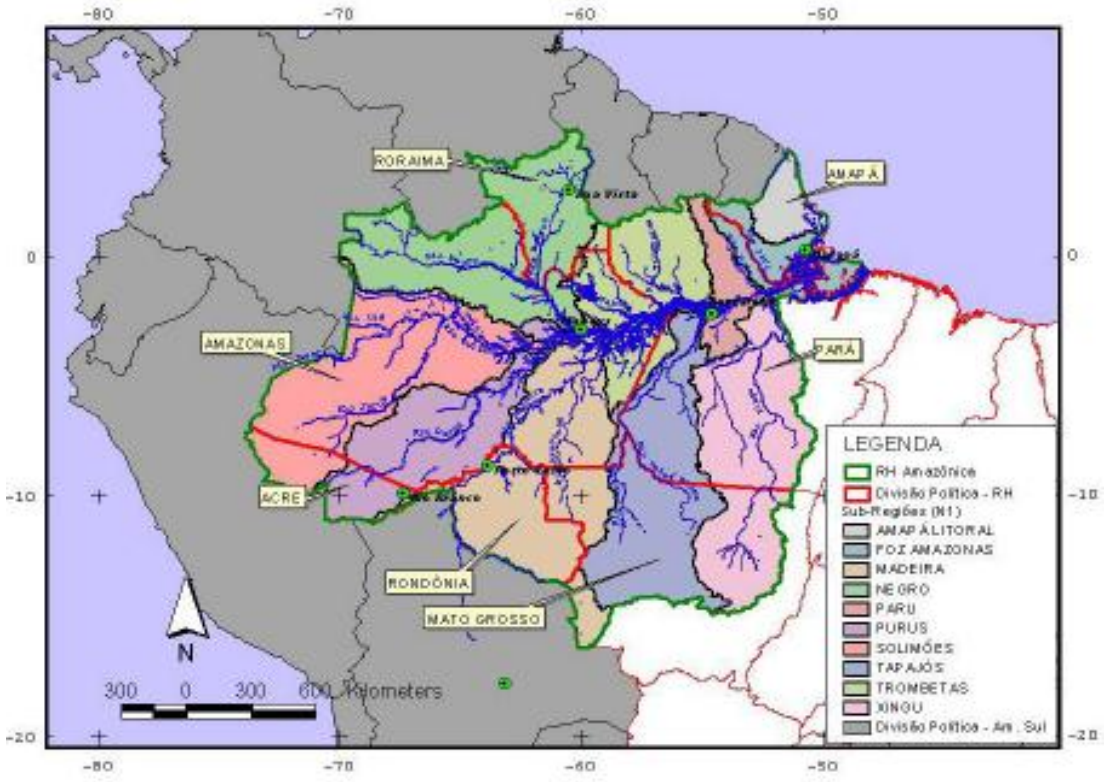


Figura 59: Região Hidrográfica Amazônica. Sub-regiões Hidrográficas (Nível 1).
Fonte: PNRH/SRH, 2005 *apud* GONÇALVES, 2006

A Bacia Amazônica ocupa 2/5 da América do Sul e 5% da superfície terrestre. Sua área, de aproximadamente 6,5 milhões de quilômetros quadrados, abriga a maior rede hidrográfica do planeta, que escoa cerca de 1/5 do volume de água doce do mundo. Sessenta por cento da Bacia Amazônica se encontra em território brasileiro.

Sua importância está associada aos "serviços ambientais" prestados ao planeta, em termos climáticos, principalmente pela reserva e difusão de umidade pela floresta. Reconhecida como uma das regiões mais úmidas do mundo, a Bacia tem uma enorme importância na dinâmica climática e no ciclo hidrológico do planeta, contribuindo para o regime de chuvas e evapotranspiração da América do Sul e demais regiões. A ação antrópica, principalmente a conversão de 600.000 km² de florestas tropicais em pastagens e culturas agrícolas, associada a mudanças regionais e globais têm provocado alterações no clima e na hidrologia da Amazônia. As alterações estão relacionadas, entre

outros, à aceleração do degelo dos Andes e à ocorrência de fenômenos de alteração da temperatura do mar (conhecidos como *El Niño* e *La Niña*). Este fenômeno, registrado em 2005, alterou as massas de ar úmidas da Amazônia e resultou numa seca de extrema gravidade, que afetou mais de 167 mil habitantes somente no Estado do Amazonas. (ANA, 2007b)

O desenvolvimento de estudos que possibilitem compreender melhor tais dinâmicas é fundamental para definir cenários futuros de riscos hidrológicos e antecipar medidas de adaptação conjunturais e estruturais de gestão da água.

IV.1.2. A Bacia Amazônica Continental

A bacia hidrográfica do rio Amazonas é constituída pela mais extensa rede hidrográfica do globo terrestre, ocupando uma área total da ordem de 6.110.000 km², desde suas nascentes nos Andes Peruanos até sua foz no oceano Atlântico (na região norte do Brasil). Esta bacia continental se estende sobre vários países da América do Sul: Brasil (63%), Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5,8%), Equador (2,2%), Venezuela (0,7%) e Guiana (0,2%). (ANA, 2011)

IV.1.2.1. Caracterização da Bacia

IV.1.2.1.1. Geomorfologia

A bacia amazônica possui 3 grandes estruturas morfo-estruturais (Figura 60) ligadas à sua história geológica, que são fontes de matéria erodida :

1) a Cordilheira dos Andes,
2) os escudos da pré-cambrianos[317] (Guina e Brasileiro);
3) a planície amazônica (ou Grande Vale Central), (Figura 60)

Suas superfícies ocupam respectivamente, 11%, 44% e 45% da bacia Amazônica (GUYOT, 1993; HIBAM, 2007).

[317] O Cambriano abrange o período de 540 a 500 milhões de anos. (GUYOT, 1993)

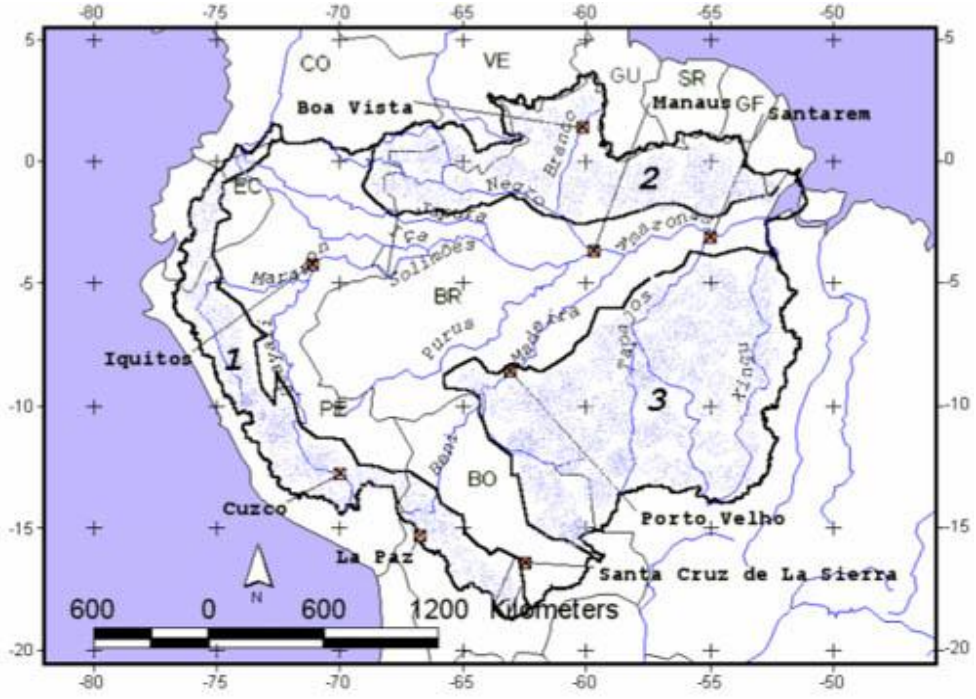


Figura 60: Fontes de Matéria erodida da Bacia Amazônica

Fonte: HIBAM, 2007

Conforme veremos mais adiante por ocasião da caracterização da bacia do rio madeira, estas fontes de matéria erodida trazem um grande aporte de sedimentos no rio Madeira.

IV.1.2.1.2. Hidrografia

A nascente do rio Amazonas está situada a montante do rio Apurimac, próximo a Cuzco, nos Andes Peruanos. Este rio deságua no rio Ucayali que, ainda nos andes peruanos, recebe as águas do rio Pacheta. Já na planície Amazônica, o rio Ucayali, recebe as águas dos rios Marañon e Napo (Peru e Equador). A jusante da confluência Ucayali-Marañon, próximo a Iquitos, no Peru, o rio passa a se chamar Amazonas, e Solimões, ao entrar no Brasil. (GUYOT *et al.*, 1999 *apud* MASSON, 2005).

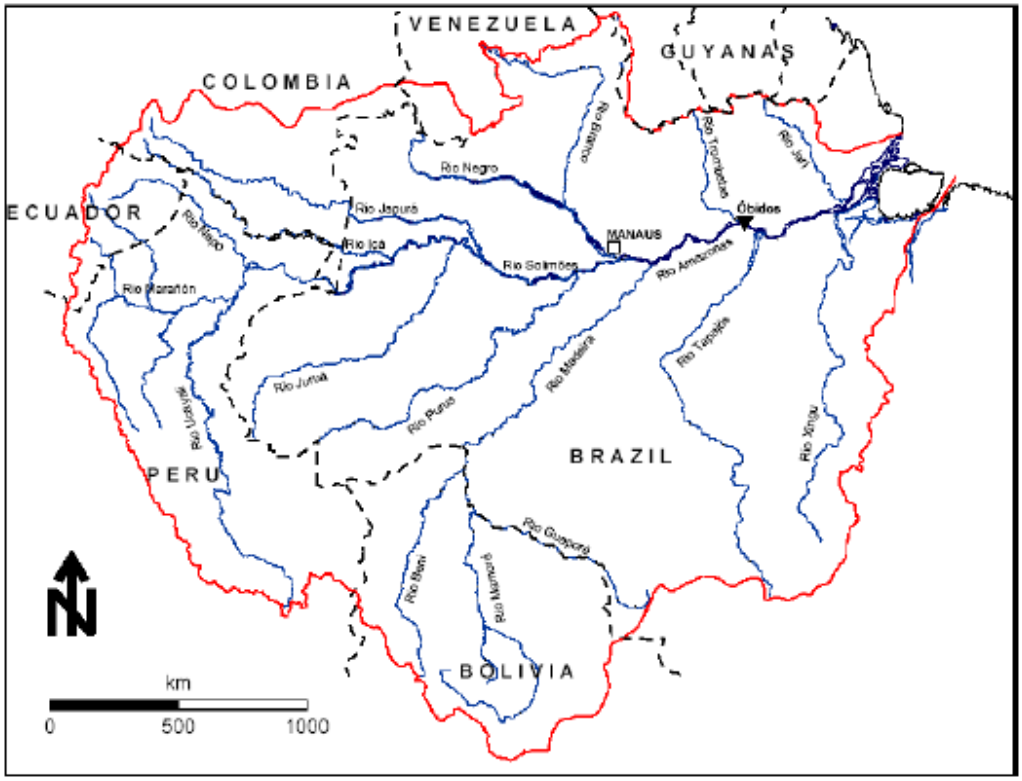


Figura 61: Hidrografia da Bacia Amazônica

Fonte: GUYOT *et al.*, 1999

O rio Solimões recebe também, na sua margem direita, contribuições importantes dos rios Juruá e Purus, oriundos do Peru; e na margem esquerda, do rio Negro (encontro das águas), próximo a cidade de Manaus, quando passa a ser chamado rio Amazonas. (Figura 61)

O rio Madeira, formado pelas confluências dos rios Beni, Guaporé e Mamoré na região de fronteira entre Brasil e Bolívia, deságua no rio Amazonas, após a cidade de Manaus.

Mais adiante, o rio Amazonas recebe as águas do rio Trombetas (nas proximidades de Óbidos) e perto de sua foz do oceano Atlântico, do rio Jari, ambos oriundos dos escudos da Guiana e do Brasil.

Segundo GOULDING *et al.*(2003), a bacia do rio Madeira possui a maior área de drenagem da bacia Amazônica, representando 20,1% do total, seguida da bacia do rio Tocantins, com 11% e do Negro-Branco (nos escudos), com 10,1%. (Figura 62)

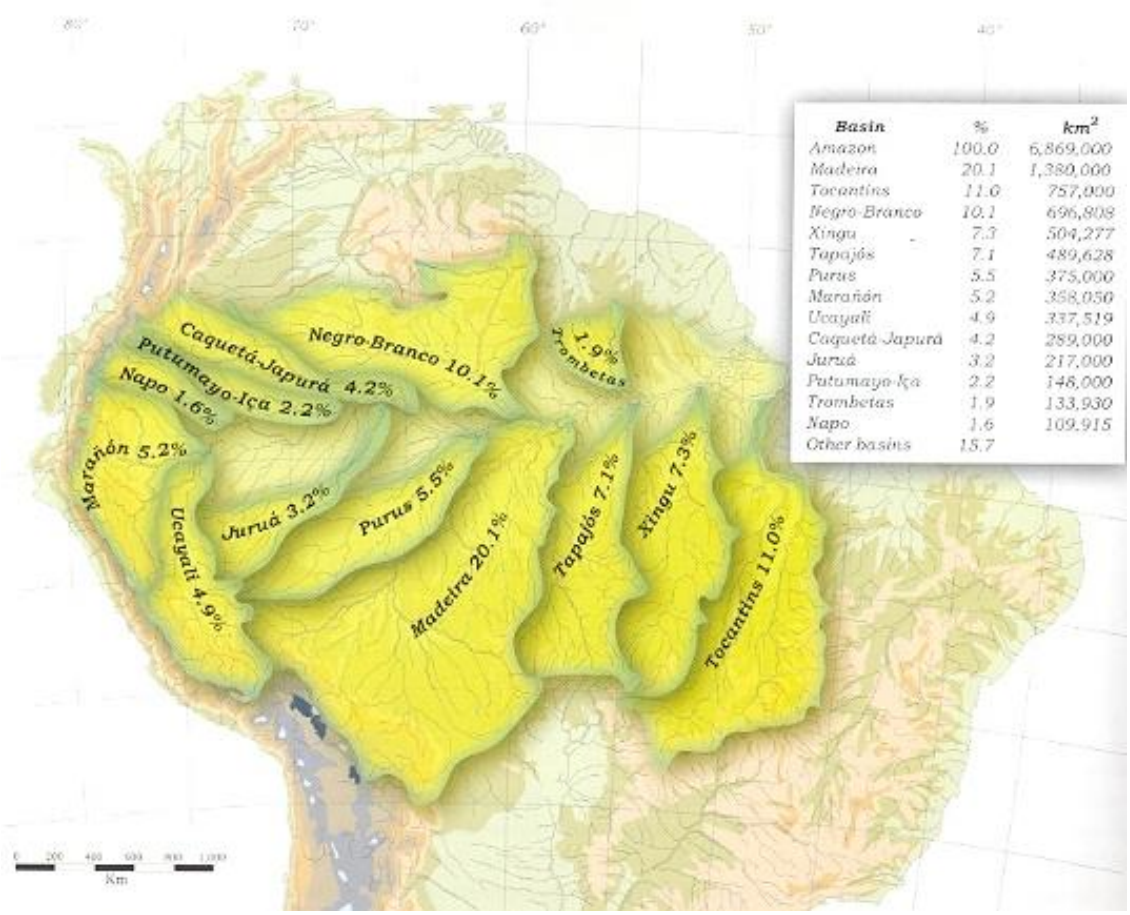


Figura 62: Áreas de drenagem dos principais rios Amazônicos

Fonte: GOULDING *et al.*, 2003

IV.1.2.1.3. Clima

Situada na zona intertropical, recebe precipitações médias anuais de 2460 mm. A vazão média na foz do rio Amazonas no Oceano Atlântico está estimada em 209.000 m^3/s (MOLINIER *et al.*, 2002).

De acordo com os resultados do projeto Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica (HiBAm) (FILIZOLA, 2002), a bacia Amazônica é afetada por variabilidades climáticas do ENSO (*El Niño South Oscillation*) que ocasionam uma importante baixa nas precipitações (ACEITUNO, 1988). O impacto desta variabilidade climática sobre a hidrologia do rio Amazonas e seus principais tributários tem sido estudada por diversos autores (MARENGO e HASTENRATH, 1993; MARENGO, 1995), mas estes resultados são em parte inválidos por não considerarem o fenômeno

de alguns barramentos hidráulicos ao longo do curso principal do Amazonas (MOLINIER *et al.*, 1996). O impacto desta variabilidade climática sobre a erosão e os fluxos de matéria transportados na bacia Amazônica ainda são desconhecidos. (FREITAS, 2006)

Dentre as certezas e incertezas do conhecimento do regime hidro-meteorológico da bacia Amazônica destacam-se:

- A variabilidade pluviométrica está relativamente bem conhecida na Amazônia brasileira (MARENGO e HASTENRATH, 1993; ROUCOU, 1997), bem como na zona tropical andina (ACEITUNO, 1988; RONCHAIL, 1998; RONCHAIL e COCHONNEAU, 2002 e RONCHAIL *et al*., 2002). No entanto, existe ainda uma zona ainda pouco estudada e entendida (entre os paralelos 5° e 25° de latitude sul), posto que está ligada, *a priori*, ao sinal oceânico, e que corresponde às planícies amazônicas (*Llanos*) da Bolívia, do Peru e do extremo oeste do Brasil.
- Os regimes hidrológicos hoje já são bem conhecidos para os rios da Amazônia boliviana e brasileira, graças aos levantamentos realizados pelos programas PHICAB[318] e HiBAm[319] (ROCHE e FERNANDEZ, 1992; MOLINIER *et al.*, 1996). No entanto não existe praticamente nenhuma informação sobre hidrologia e erosão nos cursos d'água no domínio tropical andino (Colômbia, Equador e Peru), isso também constitui-se num freio à modelização hidrológica do conjunto da bacia Amazônica. Por fim, a relação ENSO[320] – hidrologia, só foi um pouco explorada para o Rio Amazonas e alguns de seus tributários mais importantes (MARENGO, 1995). O impacto da variabilidade climática sobre a hidrologia no conjunto da bacia Amazônica é ainda pouco conhecido

Em relação às questões globais, a Bacia Amazônica tem uma enorme importância na dinâmica climática e no ciclo hidrológico do planeta. A bacia representa aproximadamente 16% do estoque de água superficial doce e consequentemente, uma

[318] Programa Hidrológico de la Cuenca Amazônica de Bolívia. Criado incialmente para o estudo da climatologia da Amazônia boliviana. Além da observação dos recursos hídricos e climáticos este programa se interessa também pelo estudo da erosão, da sedimentação e da qualidade das águas.
[319] Hidrogeoquímica da Bacia Amazônica.
[320] As previsões de elevação global do nível do mar para o ano de 2099 indicam, para diferentes cenários de emissão de gases de efeito estufa, valores entre 18 cm e 59 cm. As ocorrências dos fenômenos *El Niño Southern Oscilation* (ENSO) têm sido mais frequentes, mais longas e mais intensas no curso dos 20 a 30 últimos anos, em relação aos cem anos anteriores (OMM, 2004).

importante contribuição no regime de chuvas e evapotranspiração da América do Sul e do mundo. Mudanças regionais e globais têm provocado alterações no clima e na hidrologia da região. Notadamente, transformações no uso do solo com a conversão de florestas tropicais em pastagens, acrescido ao fenômeno do aquecimento climático global, que tem registrado aumentos de temperatura médios de 0,6º a 0,9º C nos últimos 100 anos. Com efeito, a mudança de temperatura pode levar a várias outras alterações do meio ambiente, dentre elas, a intensificação do ciclo hidrológico global, o que provocará impactos sobre os recursos hídricos a nível regional. De fato, mudanças diferenciadas de temperatura da atmosfera, dos continentes e dos oceanos, levam às mudanças de padrões de pressão atmosférica e de ventos. Portanto, podemos esperar mudanças nos padrões de precipitação, conforme os modelos matemáticos de previsão global do clima do *Hadley Centre* para 2050 que apresentam reduções médias de 150 a 250 $mm.ano^{-1}$ nas chuvas da região.

Deve-se salientar que, caso venha a se intensificar a ocorrência de fenômenos de aquecimento anômalo da Temperatura da Superfície dos Oceanos Pacifico e Atlântico, as chuvas e, portanto, as vazões dos rios, devem ser reduzidas. De fato, no que diz respeito ao Oceano Pacifico as ocorrências de *El Niño* tem determinado eventos extremos de deficiência de chuva e por consequência, baixas descargas nos rios da região, sobretudo, na parte norte oriental da Amazônia. Tendências para condições mais secas foram observadas durante os eventos de *El Niño* de 1903, 1912, 1925-26, 1982-83, 1986-87 e 1997-98. Já quanto ao Oceano Atlântico, segundo o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de setembro de 2004 a setembro de 2005, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) esteve entre 0,5ºC e 1,5ºC acima da média no Oceano Atlântico Norte, ou seja, foi registrada a persistência de um aquecimento anormal. Este fenômeno, possível responsável pela seca Amazônica de 2005, acabou alterando as correntes de massas de ar úmidas da Amazônia, principalmente em parcelas importantes das bacias do Rio Solimões, Rio Negro, Rio Madeira, Rio Juruá, dentre outros (FREITAS, 2006). Em relação ao potencial hidráulico, a tendência de reservatórios de menor capacidade de regulação, conforme comentado anteriormente, tende a deixar mais vulnerável a geração hidrelétrica em anos de deficiência hídrica.

IV.1.2.2. Projetos Científicos

IV.1.2.2.1.GEF Amazonas

O projeto Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do Rio Amazonas, conhecido como GEF Amazonas, é um projeto financiado com recursos do *Global Environment Facility*[321] (GEF), com a colaboração dos 8 países da Bacia Amazônica (Figura 63), quais sejam: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela.

Figura 63: Países da Bacia Amazônica
Fonte: ANA, 2001

[321] Fundado em 1991, o GEF é o maior financiador de projetos de meio ambiente, unindo 182 estados-Membros, instituições internacionais, organizações não-governamentais e do setor privado. Inicialmente, o GEF contou com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Banco Mundial, entretanto, em 1994 tornou-se uma organização independente, mantendo o Banco Mundial como administrador do *GEF Trust Fund.* O GEF também atua como organismo financeiro de algumas convenções, dentre as quais a UNFCCC. (Convenção-Quadro das Nações Unidas para a Mudança Climática) (GEF, 2011)

No Brasil, o projeto está sob os auspícios da ANA, tendo por objetivo fortalecer o marco institucional para planejar e executar, de uma maneira coordenada, as atividades de proteção e gerenciamento sustentável do solo e dos recursos hídricos na bacia do rio Amazonas, considerando os impactos decorrentes das mudanças climáticas verificados na Bacia. O GEF Amazonas tem a intenção de desenvolver uma visão consensual dos países Amazônicos com vistas ao desenvolvimento sustentável da região. Para tanto, o projeto propõe sete objetivos específicos, quais sejam:

(i) melhorar o gerenciamento dos recursos hídricos e do solo, incorporando o planejamento voltado à adaptação às variações e mudanças climáticas;

(ii) Fortalecer a visão estratégica compartilhada sobre a Bacia;

(iii) Fortalecer a estrutura técnica e institucional para a identificação dos recursos hídricos e do solo sob risco ambiental (áreas críticas ou *hot spots*) e propor medidas, planos e projetos de proteção e/ou reabilitação dessas áreas;

(iv) Gerar informações sobre os tipos e fontes de poluição da água na Bacia, os meios para monitorá-los e os mecanismos para combater as suas causas básicas;

(v) Avaliar a vulnerabilidade de ecossistemas e populações humanas às consequentes variações climáticas, particularmente aquelas que resultam em secas e enchentes;

(vi) Melhorar a harmonização do marco legal para o desenvolvimento e o gerenciamento sustentável da Bacia, a elaboração de instrumentos econômicos, o fortalecimento de capacidades técnicas e institucionais e a participação e o envolvimento público no gerenciamento dos recursos hídricos e do solo na Bacia.

(vii) Fortalecer a Secretaria da OTCA[322] como uma agência de coordenação efetiva dos países da Bacia no curto, médio e longo prazo. (ANA, 2011a)

O documento final do projeto servirá para embasar o processo de requisição de financiamento junto ao GEF, com vistas ao gerenciamento integrado e sustentável dos recursos transfronteiriços, incluindo a adaptação à mudança climática global.

[322] Organização do Tratado de Cooperação Amazônica.

IV.1.2.2.2. HIBAM: Hidrogeoquímica da Bacia Amazônica

O HIBAM é um projeto científico internacional envolvendo o Brasil[323], Equador[324], Bolívia[325] Peru[326] e França[327] desenvolvido para estudar a hidrologia e a geoquímica da Bacia Amazônica, tendo como objetivo desenvolver estudos e pesquisas para o melhor entendimento das características e dos processos hidrológicos e geoquímicos dos rios da bacia hidrográfica do Rio Amazonas.

Dentre seus objetivos, o Projeto HIBAM busca conhecer a distribuição regional das características do balanço hídrico[328], a variabilidade sazonal e interanual as vazões do rio Amazonas e de seus principais tributários e, ainda, os aportes hídricos ao oceano Atlântico e sua variabilidade. A construção dos modelos está apoiada nas bases de dados nacionais pré-existentes, como a base de dados da ANA e das demais instituições da Amazônia continental, além de uma base de dados construída para o projeto. Esta base de dados é compartilhada com todos os parceiros do projeto, sendo construída de forma dinâmica através da coleta sistemática de dados "in situ"[329] e uma rede de estações de monitoramento hidrológico e geoquímico, em operação desde 1995, que coleta amostras a cada dez dias.

Segundo HIBAM (2007), o desenvolvimento de metodologias para o uso do sistema Doppler (equipamento ADCP - *Acoustic Doppler Current Profiler*) para medições de vazão em grandes rios alcançou sucesso e hoje tem sido bastante utilizado no Brasil, da mesma forma que as estações telemétricas de coleta de dados, instaladas

---

[323] Agência Nacional de Águas (ANA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, (CNPq), Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ), Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UnB), a Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo (USP), o Centro de Ciências do Ambiente da Universidade do Amazonas (CCA-UFAM), Universidade Federal Fluminense (UFF), Instituto de Pesquisas Científicas e Geográficas do Estado do Amapá (IEPA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

[324] *Instituto Nacional de Hidrologia e Meteorologia* (INAMHI) e *o Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador* (INOCAR).

[325] Servicio Nacional de Meteorologia e Hidrologia (SENAMHI) e Universidade Mayor de San Andrés (UMSA)

[326] *Servicio Nacional de Meteorologia e Hidrologia del Perú* (SENAMHI).

[327] *Laboratoire d'Etude des Mécanismes de Trasnferts em Géologie* (LMTG), *Observatoires Hydrologiques et Ingénierie* (ONHI), *L'Institut de Recherche pour le développement* (IRD) *unité Expertise et SPAtialisation des Connaissances sur Environnement* (ESPACE), *Laboratoire d'Océanographie Dynamique et de Climatologie* (LODYC) e *Laboratoire d'Etudes em Géophysique et Océanographie Spatiales* (LEGOS).

[328] Chuva, vazão, evapotranspiração e coeficiente de escoamento.

[329] Campanhas de campo anuais nos principais tributários e no curso principal do Amazonas para medições de vazão com o uso da tecnologia Doppler (ADCP - *Acoustic Doppler Current Profiler*), medições de nível com equipamentos automáticos e convencionais e amostragens de água com o uso de amostradores.

pelo Projeto HIBAM na Amazônia no início da década de 80. Com a ampliação da rede de plataformas de coleta de dados, pôde-se gerar os balanços hídricos (anos 90) de forma espacialmente distribuída na bacia com o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), e com o uso intensivo da tecnologia Doppler (a partir de 1995), obteve-se grandes avanços quanto aos métodos de medição de vazões. Os resultados têm ampliado as possibilidades para a obtenção de dados hidrológicos em áreas antes impossíveis de se obter informações confiáveis, bem como em regiões onde a tecnologia tradicional não permitia a realização de medições, como na foz do Amazonas, por exemplo, onde foi possível verificar a influência da maré na vazão do rio.

Os estudos realizados pelo Projeto HIBAM relacionados à variabilidade climática na região Amazônica têm permitido avaliar com maior precisão os efeitos de fenômenos do tipo "*El Niño*" e "*La Niña*". Os efeitos de tais fenômenos estão sendo sentidos na série histórica dos dados de níveis de algumas estações hidrológicas (HIBAM, 2007).

Novas perspectivas tem se apresentado para o projeto HIBAM com o desenvolvimento de estudos de altimetria e hidrologia espacial. Os primeiros resultados têm mostrado a viabilidade do uso de satélites altimétricos[330] (como o Topex/Poseidon[331], Terra[332] e Aqua[333]) para a determinação dos níveis dos grandes rios, principalmente em áreas remotas.

Os objetivos do projeto de interesse ao tema desta Tese são:

- Ampliar a rede de estações de teletransmissão via satélite para um monitoramento mais satisfatório das condições hidrológicas regionais.
- Melhorar a modelagem da cheia do Amazonas para uma previsão mais satisfatória das inundações e estiagens.
- Estimar o impacto da variabilidade hidrológica na bacia para um manejo sustentável dos recursos hídricos.

[330] A Topografia - ciência que tem como objetivo representar a configuração de uma porção de terreno com as benfeitorias que estão em sua superfície - é dividida em Altimetria e Planimetria. A primeira visa medir distâncias e ângulos verticais e a segunda, distâncias e ângulos horizontais.
[331] O mesmo satélite tem aparelhos de medida pertencentes aos EUA e à França, daí o nome TOPEX (EUA) – Poséïdon (França).
[332] A plataforma orbital TERRA foi lançada em 18 de dezembro de 1999 a bordo do veículo lançador AtlasIIAS, como parte do programa da NASA denominado Earth Observing System (EOS). Trata-se de uma missão multinacional que envolve parcerias com as agências aeroespaciais do Canadá e do Japão. (EMBRAPA, 2011a)
[333] O AQUA é um satélite americano e seus instrumentos foram desenvolvidos em parceria com o Japão e com o Brasil. (EMBRAPA, 2011b)

Esses estudos envolvem, entre outros, o conhecimento do fluxo de sedimentos em suspensão, sua variabilidade e fenômenos a ele associados (erosão, transporte e sedimentação), que permitem avaliar o impacto das atividades humanas no meio ambiente (desmatamento, navegação, etc).

Sensoriamento Remoto

De um modo geral, o Sensoriamento Remoto pode ser definido como "O conjunto de técnicas que permite obter informações de um objeto sem necessidade de ter contato direto com ele, realizado através da detecção da energia eletromagnética dele proveniente". (IMAGEM, 2009)

Segundo JENSEN (2009), o sensoriamento remoto é realizado usando um instrumento, frequentemente chamado sensor. A maioria dos instrumentos de sensoriamento remoto registram a REM (radiação eletromagnética) que se desloca a uma velocidade de 3×10^8 m/s a partir da fonte, diretamente através do vácuo ou, indiretamente, por reflexão ou reradiação para o sensor. A REM representa um canal de comunicação muito eficiente e em alta velocidade entre o sensor e o fenômeno remoto.

Mudanças na quantidade ou propriedade da REM tornam-se, pela detecção pelo sensor, uma valiosa fonte de dados para interpretar importantes propriedades do fenômeno (p. ex., temperatura e cor). Outros tipos de campos de força podem ser usados em lugar da REM, tais como ondas acústicas (sonar). Entretanto, a maioria dos dados de sensoriamento remoto coletados para aplicações em recursos da Terra é o resultado de sensores que registram a energia eletromagnética.

O sensoriamento remoto é uma ferramenta ou técnica similar à matemática. O uso de sofisticados sensores para medir a quantidade de energia eletromagnética que emana de um objeto ou área geográfica à distância, e depois a extração de informação importante dos dados usando algoritmos baseados em matemática e estatística é uma atividade científica (FUSSEL *et al*., 1986 *apud* JENSEN, 2009). O sensoriamento remoto funciona em harmonia com outras ciências da informação geográfica (frequentemente chamadas de GIScience), incluindo cartografia,, levantamento e sistemas de informações geográficas (GIS) (CURRAN, 1987; CLARKE, 2001; JENSEN, 2005 *apud* JENSEN, 2009)

DAHLBERG e JENSEN (1986); FISCHER e LINDENBERG, (1989) sugeriram um modelo onde há interação entre o sensoriamento remoto, cartografia, levantamento e GIS, em que nenhuma sub-disciplina domina, e todas são reconhecidas como tendo áreas únicas, ainda que com sobreposição, de conhecimento e atividade intelectual à medida que são usadas na pesquisa científica física, biológica e social. (Figura 64)

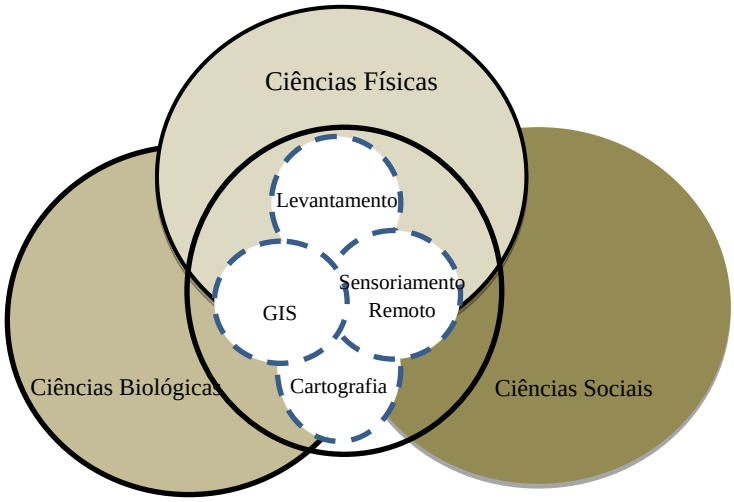


Figura 64: Modelo de interação entre as ciências de informação geográfica (Sensoriamento remoto, cartografia, sistemas de informação geográficas e levantamento) à medida que elas se relacionam com a matemática e a lógica, e com as ciências físicas, biológicas e sociais.

Fonte: Baseado em JENSEN (2009)

O Sensor MODIS

O MODIS é um instrumento desenvolvido pela *Goddard Space Flight Center* (NASA) que opera em 36 canais espectrais em comprimentos de onda que variam de 0,4 a 14,4 µm e resolução espacial que varia de 250 a 1.000 metros. Além do satélite TERRA, o MODIS está a bordo do satélite AQUA (lançado em 2002) e juntos, os dois instrumentos conseguem adquirir imagens da Terra de 1 a 2 dias. As imagens do MODIS oferecem uma base sistemática de dados na elaboração de produtos sobre as interações entre atmosfera, terra e oceano. Sua utilização encontra-se associada na medição de propriedades das nuvens, fluxo de energia radiante, propriedades dos aerossóis, mudanças no uso e cobertura das terras, queimadas e atividades vulcânicas, entre outras. (EMBRAPA, 2011a)

No âmbito do projeto Hibam, o monitoramento dos fluxos sedimentares através do sensor MODIS[334] [335]no Brasil tem apresentado bons resultados nos rios Solimões, Madeira e Amazonas, entretanto, nos rios andinos ainda enfrenta vários desafios: (ESPINOZA., 2007)

- Fluxos líquidos e sedimentares muito variáveis;
- Rios mais estreitos;
- Concentrações elevadas.

No caso Peru, conforme destacou ESPINOZA (2007), a rede Hibam de monitoramento é recente, desde 2004 (Figura 65), podendo se beneficiar das estimativas de satélite para estender as séries temporais, para tanto, sugere a seguinte metodologia:

- Analisar se a metodologia desenvolvida para os rios no Brasil pode se aplicar no Peru e na Bolívia;
- Calibrar as imagens de satélite com os dados da rede Hibam;
- Definir se as imagens podem ser usadas.

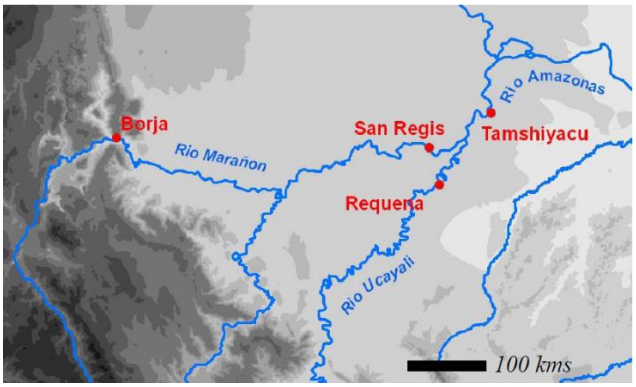


Figura 65: Estações Projeto Hibam

Fonte: ESPINOZA, 2007

[334] O sensor MODIS – MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer fez suas primeiras imagem em fevereiro de 200 a bordo do satélite Terra e em 2002, a bordo do satélite Aqua. (INPE, 2011)

[335] Espectroradiometria é a técnica usada para medir a distribuição espectral de potência (DEP) de radiação emitida por uma fonte. Para isso a radiação deve ser separada em bandas de comprimentos de onda e, cada uma dessas bandas, medida separadamente. Uma curva da intensidade luminosa em função do comprimento de onda fornecerá então informação sobre as características espectrais da fonte. A radiação medida pode ser descrita de várias maneiras diferentes, dependendo de como é coletada a radiação que entra no espectroradiômetro e de como esta é processada pelo sistema. Assim, por exemplo, um espectroradiômetro realiza uma medição física objetiva em unidades radiométricas para cada comprimento de onda. O resultado dessa medição pode, entretanto, ser convertida em um equivalente fotométrico, que mostra como a radiação é percebida pelo olho humano em termos de luminosidade. (OLIVEIRA, 2006)

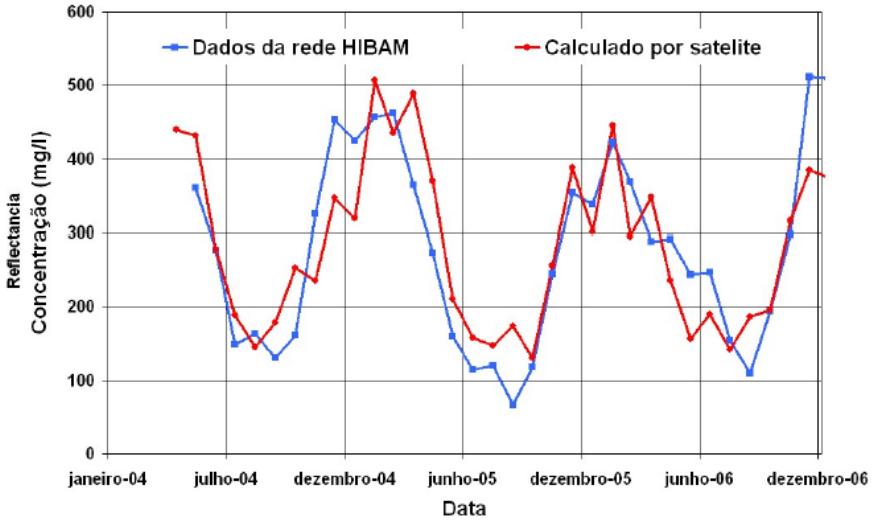


Gráfico 21: Concentração mg/l (Rede Hibam e Satélite – em Tamshiyacu)

Fonte: Fonte: ESPINOZA, 2007

Conforme se verifica no gráfico 21, as estimativas por satélite para a localidade de Tamshiyacu estão robustas, o que indica que novos estudos devem ser desenvolvidos para verificar a possibilidade de ampliação desta ferramenta em outros rios.

ADCP: Acoustic Doppler Current Profiler

O ADCP - *Acoustic Doppler Current Profiler* - é um aparelho desenvolvido para medir a velocidade das partículas suspensas na água e por conseqüência a corrente d'água através do efeito Doppler. [336]

Uma grande vantagem do ADCP é a sua rapidez na medição da velocidade da água. Além disso, mede muito mais pontos em uma seção transversal de um rio do que instrumentos convencionais, como molinetes (Figura 66). O ADCP também possui a facilidade de comunicar-se diretamente com microcomputadores, transferindo os dados de velocidade em tempo real e calculando a vazão automaticamente. Por outro lado, uma grande desvantagem é o alto custo do aparelho. Com o advento do ADCP, o

[336] Para o ADCP o efeito Doppler é a mudança na frequência de uma onda sonora causada por um movimento relativo entre o aparelho transmissor do som e o material em suspensão na água. O material ao ser atingido por um feixe de ondas sonoras muda a frequência de retransmissão. Como esse material se desloca na mesma velocidade da corrente de água, a magnitude do efeito Doppler é diretamente proporcional a essa velocidade (FILHO *et al.*, 1999).

procedimento de medição, antes trabalhoso para grandes rios, ficou de sobremaneira facilitado (Figura 67).

Conforme destacado anteriormente, o uso do ADCP no projeto HIBAM tem ampliado as possibilidades para a obtenção de dados hidrológicos em áreas antes impossíveis de se obter informações confiáveis. É perceptível as facilidades que o avanço tecnológico tem trazido para os estudos hidrológicos, aqui representado pelo ADCP e a antes, pelo uso de satélites, também destacado pelo projeto HIBAM, como uma nova possibilidade de apoio à pesquisa.

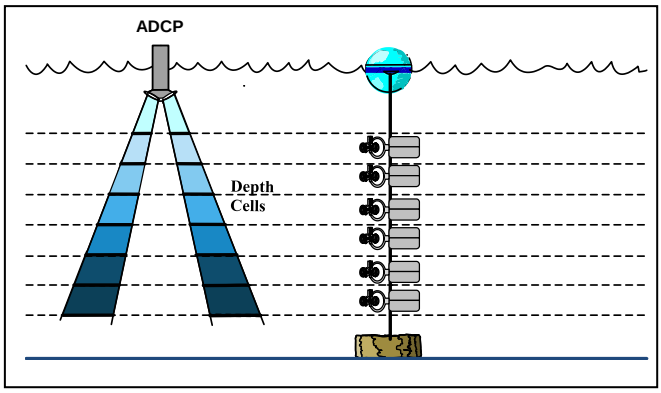


Figura 66: ADCP e Molinetes

Fonte: ABRH, 2008

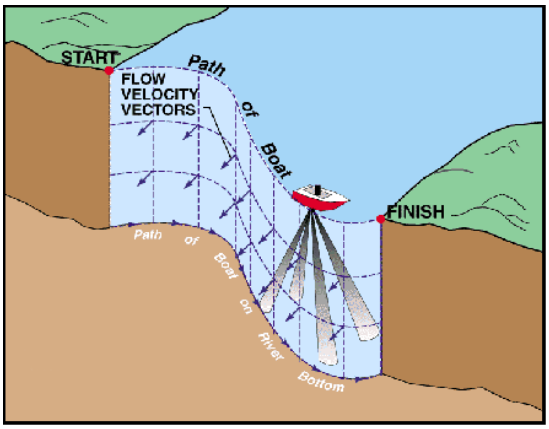


Figura 67: Medição com ADCP

Fonte: ABRH, 2008

IV.1.2.2.3. LBA[337]: Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia

Em setembro de 2007, o experimento LBA tornou-se um programa de governo[338], renovando a agenda de pesquisas iniciada em 1998, quando era mantido por acordos de cooperação internacional. O LBA, sob a coordenação cientifica do INPA, é uma das maiores experiências científicas do mundo na área ambiental: soma 156 projetos de pesquisa (100 deles já finalizados), desenvolvidos por 281 instituições nacionais e estrangeiras. (LBA, 2011)

No estágio atual[339] do projeto LBA, três focos de pesquisa aglutinam as principais questões a serem abordadas na segunda fase do programa: o ambiente amazônico em mudança (processos); a sustentabilidade dos serviços ambientais e os sistemas de produção terrestres e aquáticos (consequências), e a variabilidade climática e hidrológica e sua dinâmica: retro-alimentação, mitigação e adaptação (respostas).

Esses esforços de cooperação, articulação e compartilhamento de infra-estrutura buscam responder duas perguntas essenciais e complexas, presentes desde o início do LBA: De que modo a Amazônia funciona, atualmente, como uma entidade regional? De que modo as mudanças dos usos da terra e do clima afetam o funcionamento biológico, químico e físico da Amazônia, incluindo sua sustentabilidade e sua influência no clima global? (LBA, 2011)

Para o nosso interesse de estudo, um dos principais resultados do LBA diz respeito a comprovação de que os desflorestamentos e as queimadas aceleram o efeito estufa, alteram o mecanismo da formação de nuvens e, podem modificar o regime e a distribuição das chuvas na Amazônia e em outras partes do país ou mesmo do continente.

---

[337] *The Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia.*

[338] Os recursos financeiros estão previstos no PPA do governo e na LDO (Lei de Diretrizes Orçamentárias).

[339] Entre 1998-2007, o LBA foi gerenciado pelo MCT e coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA. Neste período, foram investidos cerca de US$ 100 milhões. A NASA e outras instituições dos Estados Unidos e Europa entraram com cerca de metade dos recursos como contraparte.

IV.1.2.3. TCA: Tratado de Cooperação Amazônica

O Tratado de Cooperação Amazônica (TCA), assinado em julho de 1978 pelo Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela, é o instrumento jurídico que reconhece a natureza transfronteiriça da Amazônia (OTCA, 2011b)

Em novembro de 2011, foi aprovada em Lima, Peru, a Agenda Estratégica de Cooperação Amazônica com um horizonte de oito anos para sua implementação, tomando como base a revisão do Plano Estratégico 2004-2012.

Foram definidos os seguintes objetivos estratégicos:

- Facilitar o intercâmbio e a cooperação entre os Países Membros promovendo o desenvolvimento sustentável e modos de vida sustentáveis de caráter estratégico na região, visando melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, com ênfase nas populações vulneráveis, povos indígenas e outras comunidades tribais.
- Zelar pelo respeito e pela promoção dos interesses e da soberania dos Países Membros.
- Facilitar e fomentar ações voltadas para a preservação, a proteção, a conservação e o aproveitamento sustentável da floresta, da biodiversidade e dos recursos hídricos da Amazônia.
- Promover o aproveitamento dos recursos amazônicos baseado no espírito de respeito e de harmonia com a natureza e o meio ambiente.
- Promover e disseminar a cultura dos povos que habitam a Região Amazônica e fomentar o respeito e a proteção dos conhecimentos e saberes ancestrais e atuais da Região Amazônica.
- Promover a articulação dos Planos e Programas dos Países Membros para o desenvolvimento das populações amazônicas, dando especial atenção às populações vulneráveis, povos indígenas e outras comunidades tribais. (OTCA, 2010)

A Agenda Estratégica incorporou uma visão transversal e multisetorial de todos os programas, projetos e atividades identificados. Foram definidos dois eixos de abordagem transversal: conservação e uso sustentável dos recursos naturais renováveis e desenvolvimento sustentável (promoção da qualidade de vida dos habitantes da região amazônica). Nesse sentido, a Agenda Estratégica foi dividida nos seguintes temas: Conservação, Proteção e aproveitamento sustentável dos recursos naturais renováveis; Assuntos Indígenas; Gestão do Conhecimento e intercâmbio de informação; Gestão Regional de Saúde; Infraestrutura e transporte; Turismo e Temas Emergentes.

O tema recursos hídricos[340] é tratado com o objetivo de apoiar a construção e divulgação de um marco de referência para a gestão eficiente, integrada e integral dos recursos hídricos e para a promoção de um maior acesso da população ao recurso água e a seus serviços, especialmente ao saneamento, como medida que contribui para melhorar a qualidade de vida das populações amazônicas. Para tanto, foram definidas atividades de curto, médio e longo prazo, quais sejam (OTCA, 2010):

Curto prazo: (i) Promover a adoção de uma abordagem integrada e integral da gestão dos recursos hídricos (adaptação às mudanças climáticas, solos, participação da sociedade civil na gestão); (ii) Promover ações visando facilitar um acesso o mais equitativo possível da sociedade civil como um todo à água de qualidade, com ênfase nas populações vulneráveis, povos indígenas e outras comunidades tribais. (iii) Promover a discussão de problemáticas particulares ao manejo de bacias em áreas de fronteira e; (iv) Estimular a participação das populações vulneráveis, povos indígenas e outras comunidades tribais em debates sobre os recursos hídricos.

Observa-se que já existe a preocupação com uma abordagem integrada da gestão dos recursos hídricos e a adaptação às mudanças climáticas.

Médio prazo: (i) Promover espaços de discussão comuns para estabelecer políticas de controle das atividades de mineração que contaminam as águas; (ii) Promover a adoção de critérios comuns para a avaliação e o monitoramento do uso de recursos hídricos, respeitando as particularidades nacionais no manejo.(iii) Promover ações e mecanismos para o zoneamento e o ordenamento territorial regional para o manejo de bacias e microbacias e; (iv) Implementar um modelo de gestão integral e sustentável dos recursos hídricos da Amazônia continental.

Merecem destaque os itens referentes ao zoneamento e o ordenamento territorial para o manejo de bacias e novamente, a questão da gestão integrada dos recursos hídricos, desta vez, para sua implementação.

Longo prazo: (i) Promover ações e mecanismos para o ordenamento territorial regional e
o zoneamento ambiental para manejo de bacias e microbacias;

[340] Subtema de Conservação, Proteção e aproveitamento sustentável dos recursos naturais renováveis.

Sendo o ordenamento territorial regional e o zoneamento a única atividade de longo prazo, podemos inferir que se trata de uma atividade fundamental para a implementação adequada das demais atividades.

O último tema apresentado (Temas Emergentes), traz a abordagem de 2 subtemas, de interesse desta pesquisa, quais sejam: Mudanças Climáticas e Energia.

Para o tema Mudanças Climáticas foi definido como objetivo, Coordenar e envidar esforços na região para fazer frente aos impactos das mudanças climáticas, em particular o da proteção da Amazônia e de suas populações locais, identificando alternativas para fortalecer a cooperação regional. As atividades de curto, médio e longo prazo, foram definidas, como segue (OTCA, 2010):

Curto prazo: (i) Elaborar estudos técnicos sobre métodos específicos de proteção das florestas tropicais contra secas e inundações na Amazônia; (ii) Formular programas de apoio específico para povos indígenas amazônicos para fazer frente aos impactos das mudanças climáticas, na base do respeito a sua cultura e seus direitos; (iii) Promover o desenho e aplicação de instrumentos de avaliação econômica da floresta e de seus bens e serviços, como referencial para a execução de programas e projetos voltados para a mitigação das mudanças climáticas.

Médio prazo: (i) Identificar oportunidades de financiamento para a elaboração de projetos para o mecanismo de desenvolvimento limpo e programas de mitigação; (ii) Apoiar aos Países Membros, quando solicitado, para participar no esforço multilateral de mitigação e adaptação às mudanças climáticas; (iii) Propor pesquisas aplicadas a possíveis ações voltadas para a mitigação e adaptação; (iv) Formular projetos locais de adaptação na Bacia Amazônica diante das mudanças climáticas; (v) Elaborar de estudos técnicos sobre os custos de adaptação setorial na região (vi) Elaborar estudos técnicos sobre métodos específicos de proteção das florestas tropicais contra secas e inundações na Amazônia (vii) Formular programas de apoio específico para povos indígenas amazônicos para fazer frente aos impactos das mudanças climáticas, na base do respeito a sua cultura e seus direitos; (viii) Promover a realização de avaliações quantitativas e qualitativas sobre os efeitos secundários na saúde e propor ações de adaptação e mitigação; (ix) Conscientizar acerca dos efeitos das mudanças climáticas sobre a saúde, promovendo a comunicação e a divulgação de informação com abordagem multidisciplinar; (x) Estabelecer espaços de diálogo sobre saúde, segurança alimentar e mudanças climáticas.

Longo prazo: (i) Apoiar os Países Membros que o solicitarem na identificação de mecanismos financeiros internacionais baseados na Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação das Florestas (REDD+), que compense com pagamentos os Países Membros que preservem suas florestas; (ii) Apoiar pesquisas aplicadas para promover iniciativas de conservação, restauração, recuperação de florestas nativas degradadas, andares ecológicos e bacias degradadas, manejo florestal sustentável e proteção da diversidade biológica com apoio financeiro e tecnológico internacional. (iii) Criar redes compartilhadas de informação sobre tecnologias mais modernas voltadas para mudanças climáticas.

Pelo exposto, observa-se uma extensa agenda de mudanças climáticas na OTCA, merecendo destaque, a questão das secas e inundações e a preocupação com a adaptação.

O tema Energia é tratado com o objetivo de identificar e intercambiar tecnologias para a geração e consumo de energia adequados à Região Amazônica, em harmonia com a preservação dos ecossistemas e paisagens, com pleno respeito à soberania dos Países Membros e levando em consideração a legislação nacional. Neste tema, não foram apresentada atividades de curto prazo. As atividades de médio e longo prazo, foram definidas, como segue (OTCA, 2010):

Médio prazo: (i) Promover o intercâmbio tecnológico entre os Países Membros para implementar na região ações de infraestrutura energética de baixo consumo de carbono que não agridam os ecossistemas e paisagens amazônicos.

Longo prazo: (i) Facilitar a pesquisa aplicada à utilização de novas formas de energia adequadas à Região Amazônica.

Destaca-se a preocupação em se implementar na região, uma infra-estrutura energética de baixo carbono, o que pode indicar a construção de aproveitamentos hidroelétricos, que utilizam á água (fonte renovável) como insumo.

IV.2. Bacia Amazônica Brasileira

A Região Hidrográfica Amazônica é constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas situada no território nacional, pelas bacias hidrográficas dos rios existentes na Ilha de Marajó, além das bacias hidrográficas dos rios situados no Estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte (Resolução CNRH n° 32, de 15 de outubro de 2003), perfazendo um total de 3.870.000 km². (Figura 68)

Figura 68: Mapa da Bacia Amazônica no Brasil

Fonte: ANA, 2005b

As capitais Manaus (AM), Rio Branco (AC), Porto Velho (RO), Boa Vista (RR), Macapá (AP), bem como os municípios de Santarém (PA) e Sinop (MT) são os centros urbanos mais populosos, entretanto, a região contém apenas 4,5% da população do País.

IV.2.1. Estado das Águas

Vazão Média, Disponibilidade Hídrica e Estiagem

A contribuição média (vazão) da região hidrográfica do rio Amazonas, em território brasileiro, é da ordem de 133.000 m³/s, ou 73% do total do país. Adicionalmente, a contribuição de territórios estrangeiros para as vazões da região hidrográfica é da ordem de 76.000 m³/s. As maiores demandas pelo uso da água na

região ocorrem nas sub-bacias dos rios Madeira, Tapajós e Negro, e correspondem ao uso para irrigação (39% da demanda total). A demanda urbana representa 17% da demanda da região (11 m³/s). De um modo geral, os consumos estimados são pouco significativos quando comparados com a disponibilidade hídrica (Figura 69) por sub-bacia. (ANA, 2011)

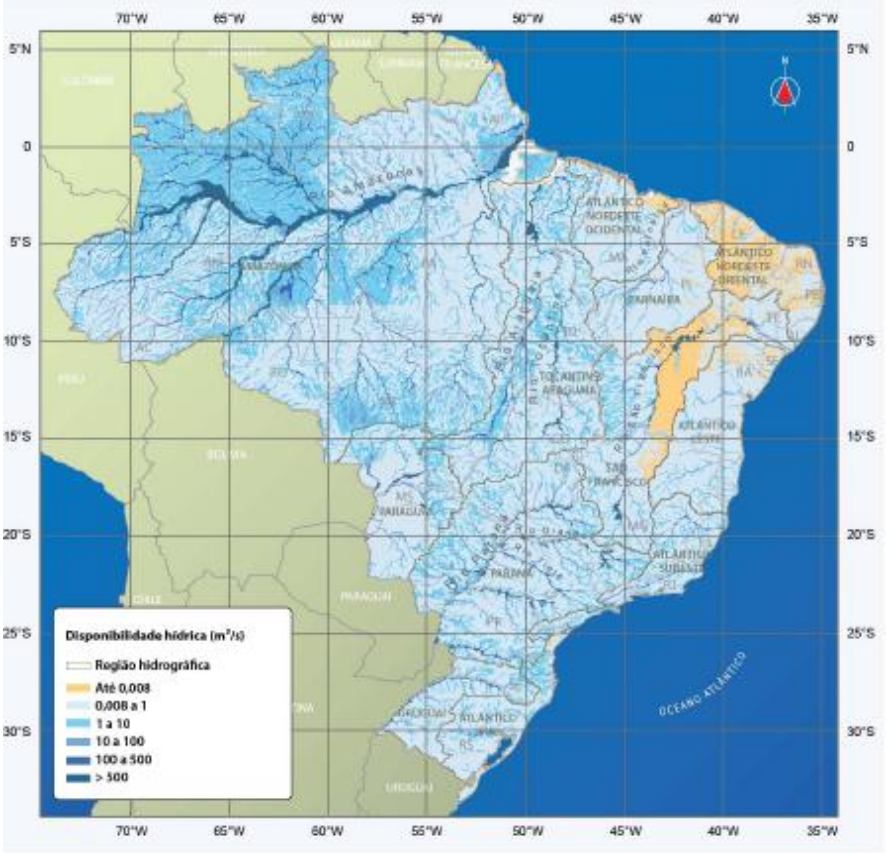


Figura 69: Disponibilidade hídrica superficial por microbacia.

Fonte: ANA, 2011b

Uma visão geral de todas as regiões hidrográficas do país (vazões médias e disponibilidade hídrica) é apresentada na tabela 18 a seguir.

Região Hidrográfica	Vazão média (m^3/s)	Disponibilidade Hídrica (m^3/s)	Estiagem Q_{95} (m^3/s)
Amazônica	132.145	73.748	73.748
Tocantins-Araguaia	13.799	5.447	2.696
Atlântico Nordeste Ocidental	2.608	320	320
Parnaíba	767	379	294
Atlântico Nordeste Oriental	774	91	32
São Francisco	2.846	1.886	852
Atlântico Leste	1.484	305	252
Atlântico Sudeste	3.162	1.109	986
Atlântico Sul	4.055	647	647
Paraná	11.414	5.792	3.901
Uruguai	4.103	565	394
Paraguai	2.359	782	782
Brasil	179.516	91.071	84.904

Tabela18: Disponibilidade hídrica e vazões médias e de estiagem

Fonte: ANA, 2011b

A Bacia Amazônica ainda compreende uma área de 2,2 milhões de km^2 em território estrangeiro, que contribui com 86.321 m^3/s adicionais em termos de vazão média; a bacia do rio Uruguai ainda compreende 37 mil km^2 em território estrangeiro, a que contribui com 878 m^3/s adicionais em termos de vazão média e a bacia do rio Paraguai compreende 118 mil km^2 em território estrangeiro que contribuem com 595 m^3/s adicionais em termos de vazão média. (ANA, 2005a) Observa-se que, de fato, a região hidrográfica possui uma abundância hídrica impressionante.

A $Q_{95\%}$, utilizada para estimar a vazão de estiagem, representa a vazão com permanência de 95%. Ou seja, aquela vazão que é excedida ou igualada em 95% do tempo. Considerar como disponibilidade hídrica a vazão com permanência de 95% é assumir que em 5% do tempo as vazões serão inferiores a esse valor, um risco muito baixo.

A figura 70, a seguir, apresenta uma curva de permanência[341] típica, destacando as cheias, as vazões frequentes e as estiagens.

[341] A curva de permanência é elaborada com os valores de cada mês e não com todos os valores da série de vazões. Assim, são obtidas as frequências de falha anual em cada mês (nº anos com falha / nº total de anos).

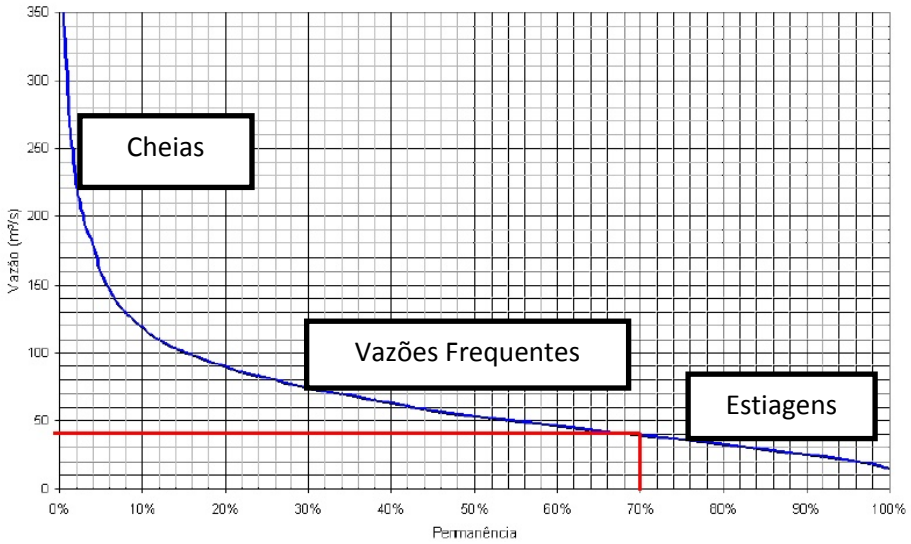


Figura 70: Curva de Permanência Típica

Qualidade das Águas

A qualidade das águas (medida através do IQA - Índice de Qualidade da Água) na região hidrográfica Amazônica, nos poucos pontos existentes na região é boa, entretanto, deve-se considerar que a baixa densidade demográfica associada à grande disponibilidade hídrica induz a este resultado. (Figura 71) Conforme já apresentamos, a região norte apresenta um baixíssimo atendimento de esgotamento sanitário.

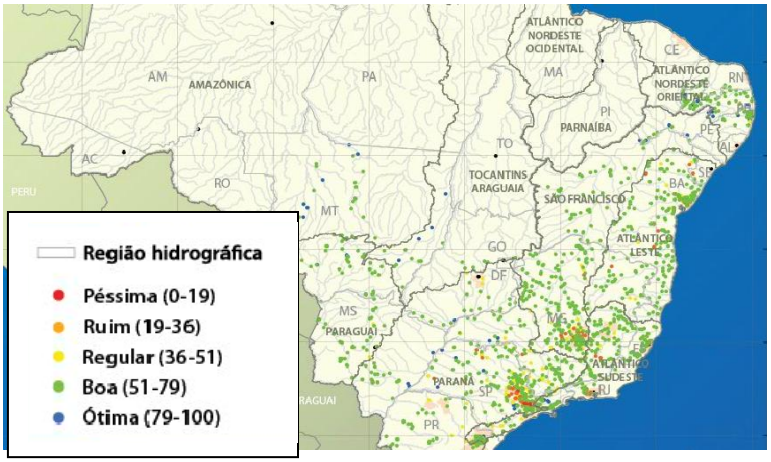


Figura 71: IQA dos Pontos de Monitoramento em 2009

Fonte: ANA, 2011b

Outorgas

As tabelas 19 e 20 apresentadas a seguir, relacionam os valores de vazão outorgada superficial e subterrânea e as principais finalidades de usos, respectivamente.

Bacia Hidrográfica	**Vazão Outorgada (m^3/s)**	
	Superficial	**Subterrânea**
Amazônica	11,27	2,58
Atlântico Leste	195,31	12,40
Atlântico Nordeste Ocidental	Não há outorgas	Não há outorgas
Atlântico Nordeste Oriental	229,88	23,20
Atlântico Sudeste	319,11	13,40
Atlântico Sul	303,50	5,56
Paraguai	1,47	0,00
Paraná	1.167,14	134,24
Parnaíba	14,35	0,99
São Francisco	736,58	49,16
Tocantins-Araguaia	187,28	3,42
Uruguai	106,63	3,43

Tabela 19: Vazões outorgadas para captação por Região Hidrográfica.

Fonte: ANA, 2009a

Bacia Hidrográfica	**Vazão Outorgada (m^3/s)**			
	Abastecimento Público	**Indústria**	**Irrigação**	**Outros**
Amazônica	11,69	0,29	0,00	1,87
Atlântico Leste	100,00	14,03	66,85	26,83
Atlântico Nordeste Ocidental	Não há outorgas			
Atlântico Nordeste Oriental	58,41	19,74	97,76	77,16
Atlântico Sudeste	176,47	57,63	47,69	50,72
Atlântico Sul	18,13	6,53	278,76	5,63
Paraguai	0,00	0,14	1,05	0,27
Paraná	517,78	240,74	401,48	141,38
Parnaíba	5,48	0,07	9,64	0,16
São Francisco	71,08	26,32	630,94	57,41
Tocantins-Araguaia	3,92	3,42	176,70	6,66
Uruguai	7,18	0,32	100,74	1,81

Tabela 20: Vazões outorgadas por principais finalidades de uso.

Fonte: ANA, 2009a

A região hidrográfica do Paraná é a que possui maior vazão outorgada, com 1.301,38 m³/s, correspondendo a 37% da vazão total outorgada no país. Nota-se, ainda, que as regiões Atlântico Sul, São Francisco, Tocantins-Araguaia e Uruguai, tem na irrigação, seu principal usuário pelos recursos hídricos. Já nas regiões Atlântico Leste, Atlântico Sudeste e Paraná, é o abastecimento público que tem a maior quantidade de vazão outorgada. As regiões hidrográficas Amazônica, Paraguai e Parnaíba possuem menos que 16 m³/s de vazão outorgada cada uma e, somadas, não chegam a 1% do total no país.

Considerando os valores de vazão outorgada por finalidade, os três usos principais correspondem a um número próximo de 90% do total do país. Esses usos principais são a irrigação (51%), o abastecimento público (28%) e o consumo industrial (10%).

Planos de Recursos Hídricos Estaduais e Interestaduais

A figura 72 a seguir, apresenta o estado de desenvolvimento dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos no país. Observa-se no mapa, que a grande maioria dos planos estaduais elaborados ou em elaboração, encontra-se nos estados do Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, excetuando-se somente os estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.

Na Região Norte, a grande maioria dos estados ainda não elaborou seus planos de recursos hídricos, à exceção dos Estados do Tocantins e Acre que estão desenvolvendo os estudos, e Roraima que está na fase de contratação.

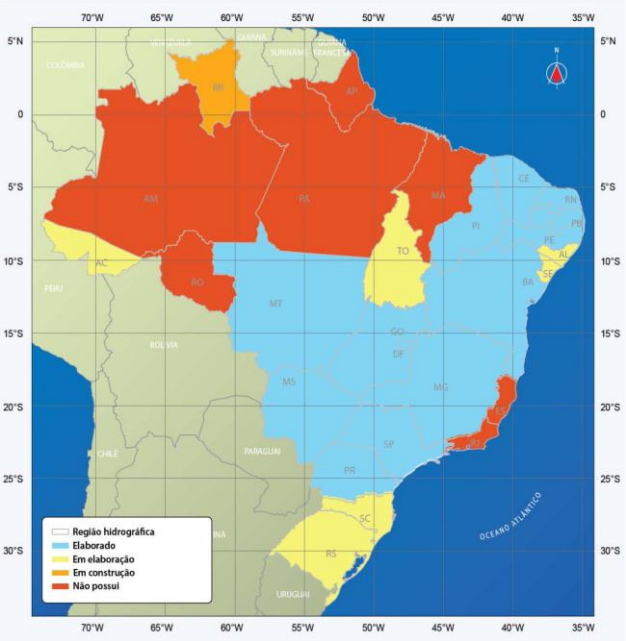


Figura 72: Planos Estaduais de Recursos Hídricos

Fonte: Órgãos gestores de recursos hídricos e SRHU[342]/MMA *apud* ANA, 2011b

Os planos de interestaduais de recursos hídricos são referentes aos rios de domínio da União, ou seja, aqueles que atravessam mais de um estado. O atual estado de desenvolvimento destes planos é apresentado na figura 73, a seguir.

Figura 73: Planos de Bacias Interestaduais

Fonte: Órgãos gestores de recursos hídricos e SRHU/MMA *apud* ANA, 2011b

[342] Secretaria Nacional de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano – SRHU

Recentemente, em 29 de junho de 2011, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprovou o plano estratégico de recursos hídricos da bacia amazônica - afluentes da margem direita (PERH-MDA), desenvolvido pela superintendência de recursos hídricos da ANA, no período de 2007-2010.

A região compreendida pelas bacias hidrográficas dos afluentes da margem direita do rio amazonas possui uma área de cerca de 2,54 milhões km², e está localizada nas regiões norte e centro-oeste do Brasil, abrangendo territórios dos estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Mato Grosso e Pará. Os principais tributários do Amazonas pela margem direita, em território brasileiro, são os rios Javari, Jutaí, Juruá, Purus, Madeira, Tapajós e Xingu.

A elaboração do plano foi motivada, em grande medida, pela necessidade de se atuar de forma preventiva, evitando que a região se degrade como ocorreu na região Sudeste, por exemplo.

Na bacia do rio Tapajós, já existe uma atividade agrícola muito forte no estado de Mato Grosso; na bacia do rio Xingu existem problemas relacionados à posse de terra, agricultura e questões indígenas; e na bacia do rio Madeira, estão em fase de construção, dois grandes aproveitamentos hidroelétricos: Jirau e Santo Antônio.

O plano estratégico de recursos hídricos da bacia amazônica - afluentes da margem direita tem como objetivo auxiliar os órgãos gestores de recursos hídricos e demais integrantes do SINGREH, de forma a garantir o uso múltiplo e sustentável das águas. Para tanto, o plano foi está estruturado em três volumes: (i) diagnóstico; (ii) cenários, diretrizes e intervenções; e (iii) mapas temáticos.

A tabela 21, a seguir, apresenta os planos de bacias interestaduais existentes na região Norte.

Plano	Abrangência	Pop. (hab.)	Temas Centrais	Ano e alcance	Ações em 2010
Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos rios Tocantins-Araguaia	918.822 km^2 abrangendo os estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão, Pará e o Distrito Federal	7,9 milhões (2006)	Compatibilização de usos da água entre os setores de navegação e hidroeletricidade, uso sustentável da água na irrigação e saneamento.	2009/ 2025	Priorização, pelo colegiado gestor, em 2010, dos temas irrigação, saneamento e navegação.
Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica – Afluentes da margem direita	2,55 milhões de km^2 abrangendo os estados de Mato Grosso, Amazonas, Roraima, Pará e Acre.	5,0 milhões (2005)	Usos múltiplos e ocupação do território.	2010/ 2030	Conclusão do plano seguido de apresentações aos CERHs e encaminhamento para aprovação pelo CNRH.

Tabela 21: Planos de Bacias Interestaduais existentes na Região Norte

Fonte: Adaptado de ANA, 2011b

IV.2.2. Eventos Extremos: Secas e Cheias

IV.2.2.1. Evento Extremo de Seca em 2005 e 2010

A Redução do Volume de Chuvas da Bacia Amazônica e a Anomalia de Aquecimento do Atlântico Norte em 2005

No ano de 2005, entre os meses de setembro e outubro, ocorreu uma importante seca na Bacia Amazônica, tendo sido decretado estado de calamidade pública em diversos municípios da região. De fato, nesta época do ano é normal ter uma estação seca na Bacia Amazônica, de três a cinco meses dependendo da região, também denominada na região de "*verão Amazônico*", que ocorre entre os meses de maio e setembro.

Todavia, segundo o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de setembro de 2004 a setembro de 2005, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) esteve entre 0,5ºC e 1,5ºC acima da média no Oceano Atlântico Norte, ou seja, foi

registrada a persistência de um aquecimento anormal (Figura 74). Este fenômeno, possível responsável pela seca de 2005, acabou alterando as correntes de massas de ar úmidas da Amazônia, principalmente em parcelas importantes das bacias do Rio Solimões, Rio Negro, Rio Madeira, Rio Juruá, dentre outros. Assim sendo, as estações chuvosa e seca tiveram valores inferiores às médias históricas[343]. Todavia, embora não se tem evidência científica clara que este aquecimento possa ter relação com aquecimento climático do planeta, suspeita-se que este fenômeno de aquecimento anormal das águas dos oceanos poderá ter sua frequência mais elevada.

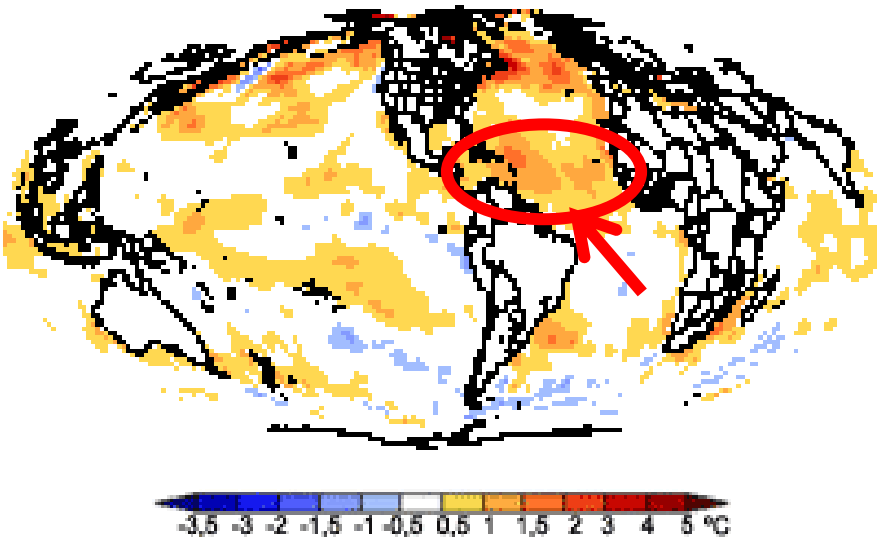


Figura 74: Temperatura da Superfície do Mar – Setembro e Outubro 2005
Fonte: INPE, 2005

Entretanto, esta não foi a pior seca já registrada nos rios da região. Os dados hidrológicos demonstram que esta ocupa o quarto lugar em relação às cotas mínimas do Rio Negro em Manaus. A cota mais baixa já registrada foi em 1963, acerca de 43 anos atrás, quando foi registrada uma cota de 13,64 m no Porto de Manaus. Segunda a Agência Nacional de Águas (ANA), em 21 de outubro de 2005 o nível na margem do Rio Negro em frente à Manaus estava em 14,41 metros (Gráfico 22).

[343] Segundo INPE (2005), entre dezembro de 2004 e março de 2005 as chuvas no sul da Amazônia foram 350 mm inferiores a média histórica do período.

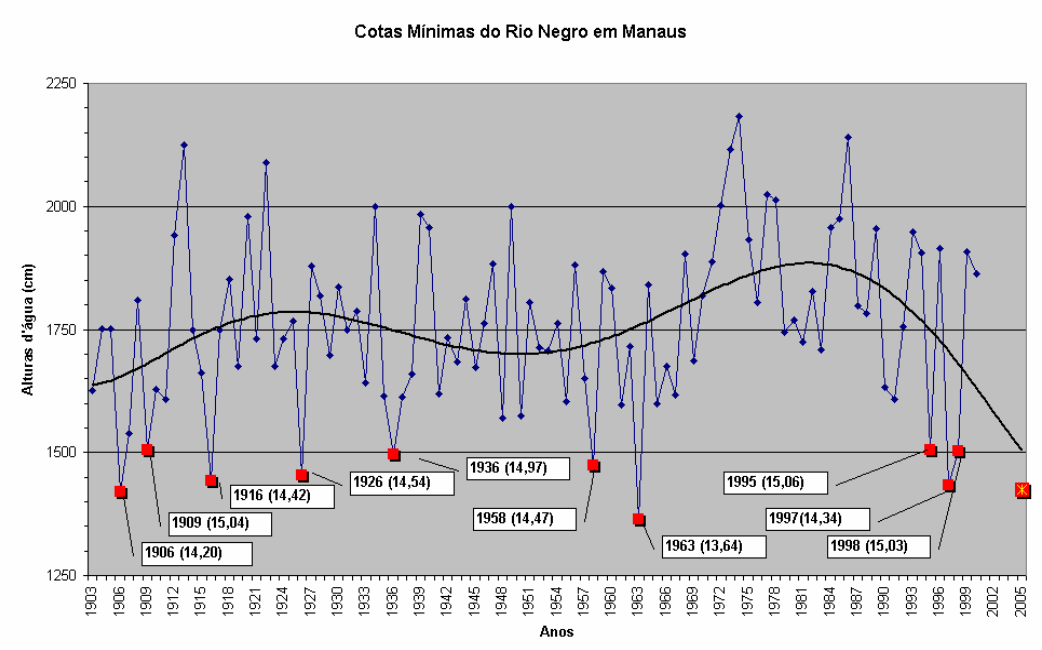


Gráfico 22: Cotas Mínimas do Rio Negro em Manaus – 1903 - 1999

Fonte: ANA, 2005 *apud* FBMC, 2008

É importante destacar, que com o aumento considerável da população Amazônica, nos últimos quarenta anos, o impacto da seca tornou-se mais significativo. Segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil, somente no estado do Amazonas, a seca de 2005 afetou mais de 167 mil habitantes. (Figura 75) Os rios mais afetados pela seca de 2005 foram os trechos do médio Amazonas, Juruá, Solimões, Negro, Uatumã, Purus, Tefé, e Madeira.

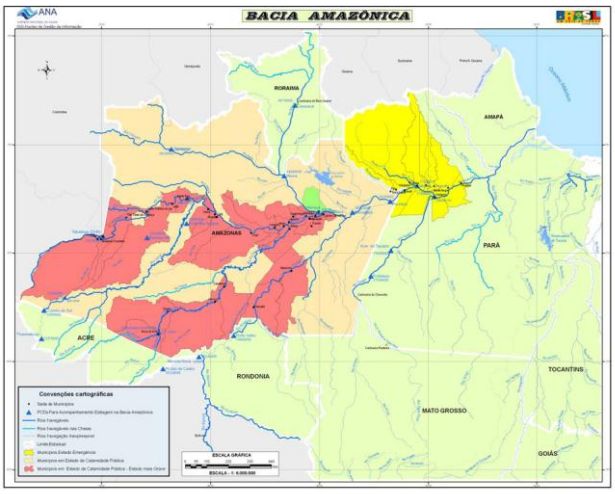


Figura 75: Municípios em Estado de Emergência, Calamidade Pública e Calamidade Pública – mais grave, em 19/10/2005

Fonte: ANA, 2005c

Em 2010 um novo evento de seca extrema atingiu a bacia Amazônia, com grande semelhança em relação à área afetada em 2005. (Figura 76)

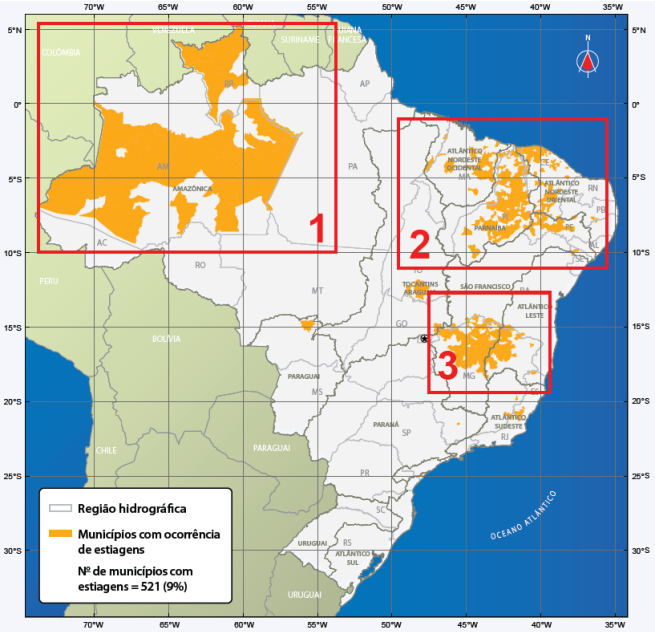


Figura 76: Eventos Críticos – Municípios em situação de emergência por seca em 2010.

Fonte: ANA, 2011b

Conforme se observa no histograma abaixo (Gráfico 23), referente à seca de 2010, foi significativo o número de municípios atingidos nos estados do Pará e do Amazonas, atingindo mais de 150 municípios.

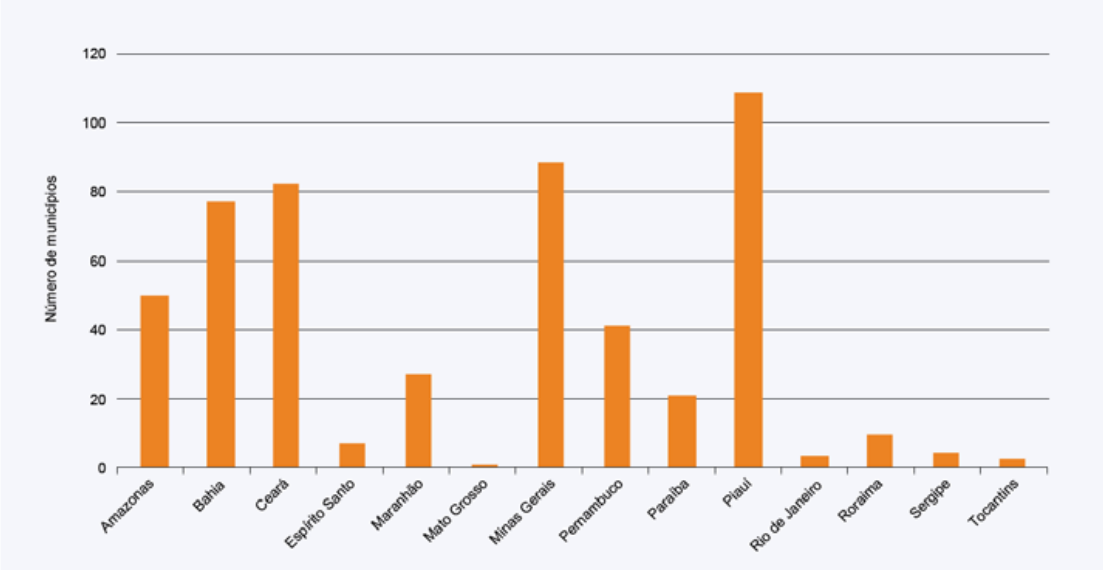


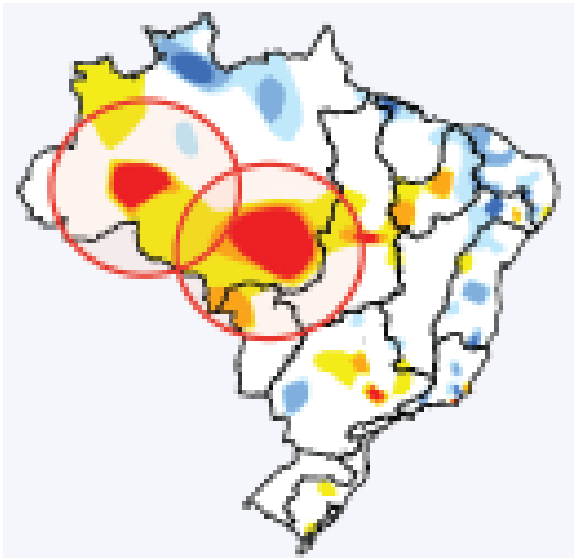
Gráfico 23: Total de municípios que decretaram situação de emergência

Fonte: ANA, 2011b

Efeitos das Chuvas nas Vazões

A variação do escoamento nos rios é influenciada por diversos fatores, entre os quais se destaca a precipitação ocorrida na bacia de contribuição.

Os registros de seca nos municípios da Região Amazônica podem ser explicados em parte pelo semestre extremamente seco no período de julho a dezembro de 2010. (Figura 77)



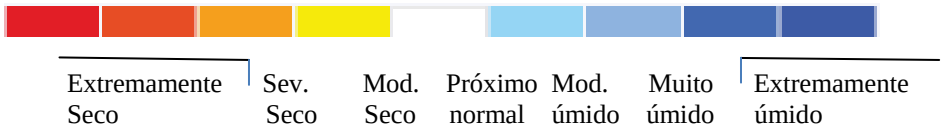
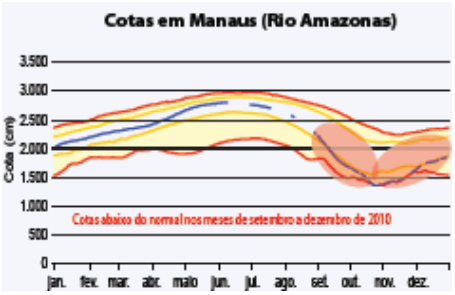


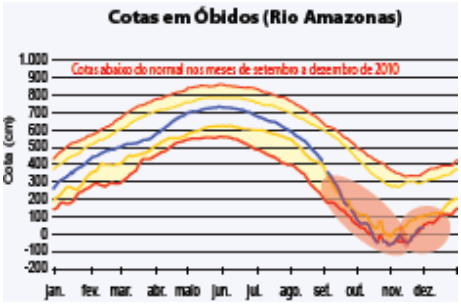
Figura 77: Precipitação no período de julho a dezembro de 2010.

Fonte: ANA, 2011b

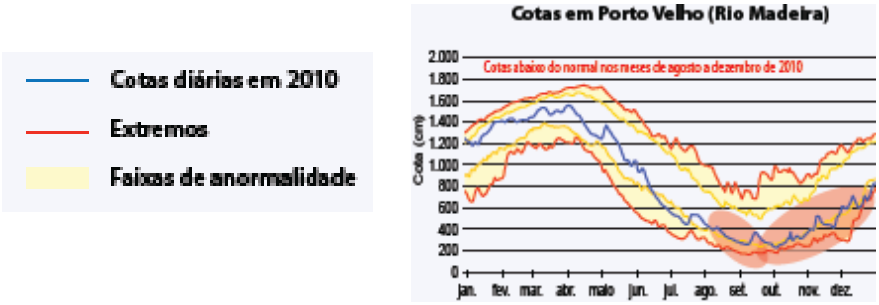
De fato, os baixos valores de vazão registrados no Rio Amazonas, entre os meses de setembro a dezembro de 2010 (Gráficos 24 e 25), e no Rio Madeira, entre os meses de agosto e dezembro de 2010 (Gráfico 26), podem ser explicados em parte pelas chuvas ocorridas no semestre de julho a dezembro de 2010.

[344] As anomalias de chuva consistem nos desvios de precipitação determinados a partir da comparação com as medias históricas. No intuito de aprofundar a avaliação dos desvios de precipitação, procedeu-se a analise do comportamento das anomalias de chuva por meio do calculo do Índice de Precipitação Padronizada – SPI (do inglês *Standardized Precipitation Index*). O SPI e um dos índices adotados pelo Inmet e permite classificar o regime de chuvas de extremamente seco a extremamente úmido.





Gráficos 24 e 25: Cotas no Rio Amazonas (em Manaus e Óbidos)



Gráficos 26: Cotas no Rio Madeira (em Porto Velho)

Fonte: ANA, 2011b

Desmatamento e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos

As relações da seca com outros eventos, como o desmatamento, ainda não estão bem estabelecidas. Com o desmatamento, diminui-se o efeito de retenção da água na vegetação (floresta) e a percolação da água no solo, afetando a recarga dos lençóis freáticos e nascentes; além de reduzir a evapotranspiração e o escoamento superficial. Por outro lado, aumenta-se a descarga sólida dos rios (volume de sedimentos) e a temperatura de superfície. Neste sentido, uma revisão de 21 experimentos de simulação do clima em superfícies desmatadas na Amazônia foi apresentada por Marengo (2004), conforme apresentado a seguir.

- A evapotranspiração (E) foi reduzida em todos os 21 experimentos entre 0,3 e 2,7 (mm/dia);
- A temperatura (T) na superfície do ar aumentou em 18 experimentos entre +0.1 e +3 (^{o}K);
- A precipitação (P) foi reduzida em 19 experimentos, com variações entre –0,1 e –3,1 (mm/dia);
- O escoamento superficial (R – *runoff*) reduziu em 16 experimentos, entre –0,1 e –1,1 (mm/dia)

O Impacto da Seca

Apesar da enorme disponibilidade hídrica, os efeitos de um evento extremo de seca na Bacia Amazônica são considerados graves em diversas áreas sendo perceptível em vários aspectos da vida das populações Amazônicas, podendo ser destacado os seguintes aspectos:

i. aumento do isolamento das comunidades, pois quando os rios estão baixos, não é possível utilizá-los para o transporte de cargas e pessoas. Nas secas de 2005 e 2010, a navegação foi afetada, dificultando o transporte de óleo diesel para geração de energia elétrica, alimentos não produzidos nas localidades e mesmo medicamentos e outros bens vitais;

ii. diminuição da disponibilidade da principal fonte de nutriente animal para estas comunidades, os peixes. A falta de água afetou a produção pesqueira, o que é bastante grave;

iii. a falta de água também dificulta o acesso à água potável para o abastecimento humano e mesmo em alguns casos, onde a pecuária já esta presente, a dessedentação animal. A água fluvial no interior de grande parte da Amazônia é de baixa qualidade, carregada de material dissolvido (orgânico e inorgânico e em alguns casos, metais pesados). A água potável utilizada é oriunda dos lençóis freáticos (água subterrânea) e água de chuva, quando coletada antes de se misturar ás águas dos rios. De outra forma, somente através das estações de tratamento de água (ETA), existentes em número reduzido na região. Ademais, poucos são os domicílios ligados às redes de abastecimento, que fazem uso de poços de água subterrânea que tendem a secar ou ficarem com a qualidade da água comprometida neste período.

IV.2.2.2. Evento Extremo de Cheia em 2009

O fenômeno da cheia do sistema Negro/Solimões/Amazonas, nas proximidades de Manaus, referente ao ano hidrológico 2008/2009, foi concluído no dia 01/07/2009 e alcançou a cota máxima histórica registrada nos 107 anos de monitoramento, cujo valor atingiu 29,77 m. Foram 244 dias no processo de enchente, o que equivale a aproximadamente 67% do ano civil. Foi uma cheia recorde, com 107 anos de retorno,

tendo causado inúmeros prejuízos econômicos, sociais e ambientais a população da cidade de Manaus. (CPRM, 2009)

A tabela 22 a seguir apresenta a evolução do processo (data de início e fim), o pico da cheia e o tempo de retorno.

Nº de ordem	Ano	Evolução do processo			Pico da cheia (m)	Tempo de retorno (ano)
		Início	Fim	Nº de dias		
1	**2009**	**30/10/2008**	**01/07/2009**	**244**	**29.77**	**107.0**
2	1953	31/10/1952	09/06/1953	221	29.69	53.5
3	1976	30/11/1975	14/06/1976	197	29.61	35.7
4	1989	15/10/1988	03/07/1989	261	29.42	26.8
5	1922	02/11/1921	17/06/1922	227	29.35	21.4
6	1999	30/10/1998	23/06/1999	236	29.30	17.8
7	1909	31/10/1908	14/06/1909	226	29.17	15.3
8	1971	14/11/1970	24/06/1971	222	29.12	13.4
9	1975	11/12/1974	23/06/1975	194	29.11	11.9
10	1994	29/10/1993	26/06/1994	240	29.05	10.7

Tabela 22: Histórico das cheias do sistema Negro/Solimões em Manaus

Fonte: CPRM, 2009

No dia 30 de maio de 2009, a Defesa Civil do Amazonas classificou como um desastre natural de nível 3, que significa de grande intensidade, a enchente que atingira a bacia amazônica. O governo do Amazonas decretou situação de emergência em 62 municípios, mas as prefeituras não tiveram capacidade para enfrentar o desastre. Desse modo, é necessário que medidas concretas de adaptação sejam pensadas pelo governo federal. As cidades de Anamã e Barreirinha, por exemplo, ficaram com 90% das ruas submersas.

Segundo dados da Defesa Civil, 34 mil famílias foram atingidas pela enchente dos rios Solimões, Juruá, Purus, Madeira, Negro e Amazonas – destas, 20 mil foram removidas de suas casas.

O gráfico 27 apresenta as cotas no sistema Negro/Solimões entre 1 de janeiro e 14 de julho para os anos de 1953, 2008 e 2009.

É necessário que o poder público e a sociedade somem esforços no sentido de minimizar o sofrimento dessa parcela considerável da população. O desejável é continuar a transferência da população para áreas mais altas, com cotas acima de 30 metros, dotadas de infra-estrutura urbana. Porém, enquanto todos os moradores dessas áreas não forem transferidos, devem continuar a ter assistência, através de medidas não

estruturais como os processos de acompanhamento e alerta de cheias da CPRM, além da elaboração de cartas de enchente. (CPRM, 2009)

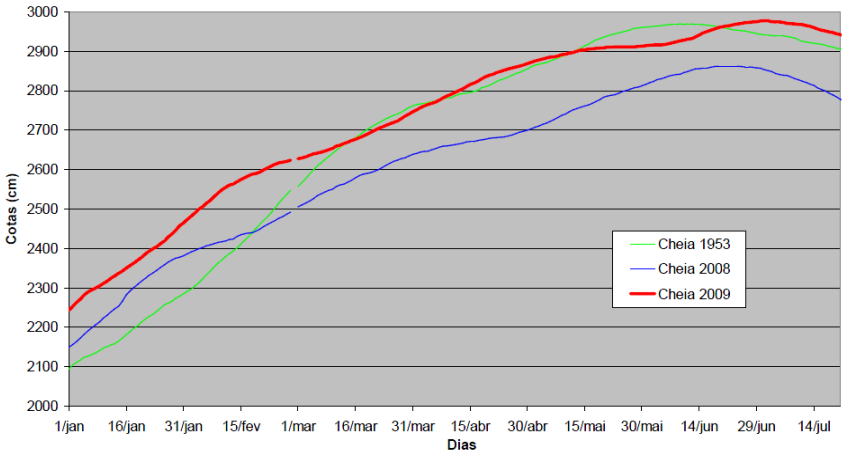
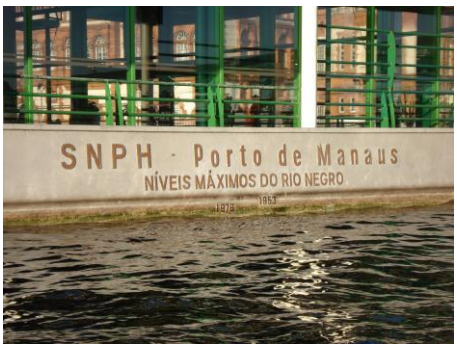


Gráfico 27: Cheia de 2009 - Sistema Negro/Solimões

Fonte: CPRM, 2009

As fotografias a seguir (Figura 78), apresentam o início (2008) e o fim (2009) da cheia no porto de Manaus.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2008
Início da Cheia

Fonte: CPRM, 2009
Fim da Cheia

Figura 78: Imagens da Cheia de 2009

IV.3. Amazônia[345] e Ocupação

As políticas governamentais de desenvolvimento para a Amazônia brasileira nas décadas de 70 e 80 foram projetadas e levadas a cabo sem levar em conta as conseqüências ambientais (MAHAR, 1989 *apud* RODRIGUES, 2004). Destacam-se a decisão de prover acesso por terra na década de 60, os generosos incentivos fiscais e de crédito concedidos para o estabelecimento de projetos agropecuários, os projetos de siderurgia na área do Grande Carajás e os projetos oficiais de colonização. Todos contribuíam para agravar as taxas de desflorestamento na Amazônia Entre 1978 e 1988, verificou-se uma média de 21.130 km^2 por ano (INPE, 2002).

As características marcantes da ocupação regional são o fato de os investimentos públicos e privados terem se concentrado, principalmente, ao longo dos eixos de integração nacional e, consequentemente, a população, os núcleos urbanos e os desflorestamentos. O adensamento de estradas no leste do Pará, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso e Rondônia compõem um grande arco de povoamento. Essa faixa acompanha a borda da floresta, justamente onde se implantaram as estradas e se situa o cerne da economia regional, à exceção da Zona Franca de Manaus e alguns projetos minerais (ADA, 2004 *apud* RODRIGUES, 2004).

O enorme crescimento econômico da região Amazônica verificado no período pós 70, incluindo a ocupação efetiva e a integração da Amazônia na economia nacional, foi resultado das ações concentradas da política regional do governo federal (PND I e II) para integrar a região ao restante da economia brasileira (A*C*ORDO SUDAM/PNUD, 2001 *apud* RODRIGUES, 2004)

IV.3.1. Índios e Quilombolas

As reservas indígenas ocupam cerca de 25% da área da região hidrográfica Amazônica, com 200 diferentes etnias. Existem também várias comunidades remanescentes de quilombos, com território legalmente constituído. Na Amazônia Legal, registra-se 357 delas, com 196 Pará, 145 na porção do Maranhão inserida na Amazônia Legal (ANA, 2003).

[345] Segundo o IBGE, a superfície territorial da Amazônia Legal é de 521.742.300 de hectares, o equivalente a 61,3% do território nacional (Decreto nº 7.378/2010)

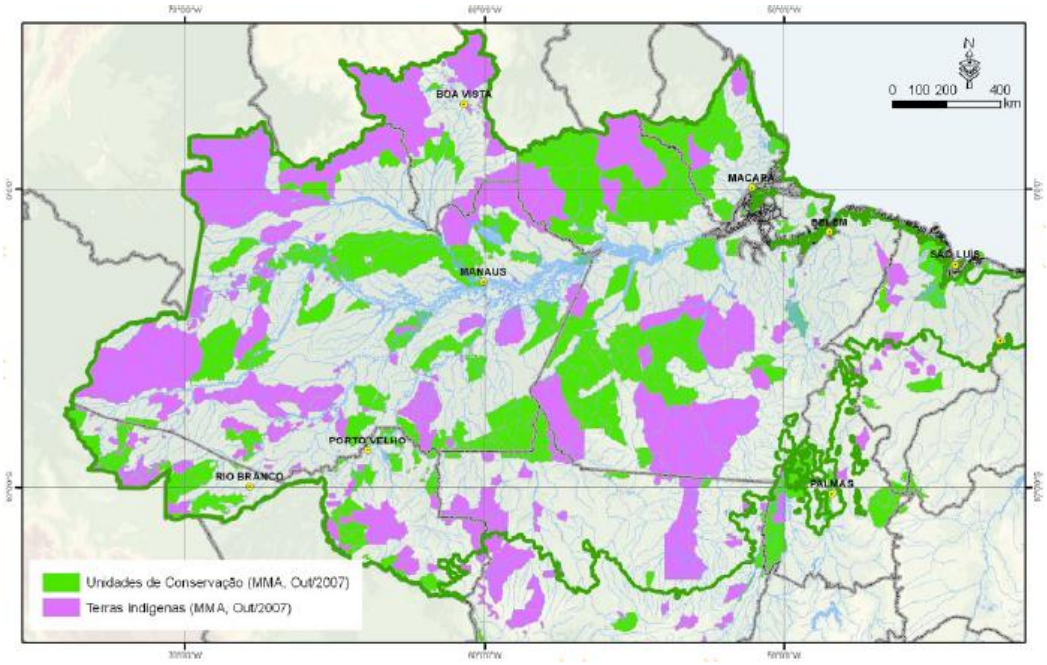


Figura 79: Unidades de Conservação e Terras Indígenas na Amazônia

Fonte: EPE, 2009

Hoje, no Brasil, de acordo com a Fundação Nacional do Índio – Funai, vivem cerca de 460 mil índios, distribuídos entre 225 sociedades indígenas, que perfazem cerca de 0,25% da população brasileira. Além desse número, existem entre 100 mil e 190 mil vivendo fora das terras indígenas, inclusive em áreas urbanas. À Funai cabe estabelecer e executar a Política Indigenista no Brasil.

IV.3.2. Terras Devolutas[346]

As terras da Amazônia despertaram pouco interesse até a construção das primeiras estradas no final da década de 50. Até então, não se demarcavam terras e eram poucas as transações com imóveis. Com a construção das estradas, surgiu o "mercado" de terras. Vieram também os incentivos fiscais associados aos projetos agropecuários. A situação mudou radicalmente quando as sociedades anônimas do sul do país perceberam que podiam incorporar capital fundiário para multiplicar seus ganhos, inclusive os

[346] O INCRA estima que as terras devolutas na Amazônia Legal alcançam área em torno de 96 milhões de hectares, ou 18.4% da superfície territorial da região. (Decreto nº 7.378/2010)

especulativos, através de benefícios fiscais e tributários. Com a venda de uma unidade de terra no sul do país era possível comprar cerca de 10 unidades na Amazônia.

Com a criação dos institutos de terra e respectiva atualização das práticas de domínio cartorial, cartográfico, jurídico, agronômico e de georreferenciamento das informações do patrimônio fundiário, esperava-se um fim na trágica tradição da compra por requerimentos, na qual o particular era o elemento ativo e o poder público passivo. Esperava-se que a alienação de terras se fizesse com procedimentos técnicos (medição, demarcação, licitação, planos de aproveitamento, controle sobre uso, cobrança legal, cláusulas resolutivas etc.). Nas regiões de fronteira, particularmente no extremo sudoeste Paraense, para onde se expandem as mais recentes frentes de penetração econômica, a privatização de terras devolutas continua com a benção dos órgãos de terra que continuam expedindo títulos de propriedade. (PINTO, 2002 *apud* RODRIGUES, 2004)

Segundo RODRIGUES (2004), a fragilidade das instituições responsáveis pela fiscalização e controle das terras devolutas e a ausência de uma política de transferência de terras devolutas para o domínio privado vem contribuindo para a *grilagem*[347] (apropriação de uma terra devoluta por meio de documentação falsa). Contando com a conivência de cartórios de registro de imóveis e com a passividade dos órgãos de terras frente à grilagem, MARGULIS (2003) *apud* RODRIGUES (2004) indica que a grilagem tem um papel fundamental no processo de desflorestamento, uma vez que precede a ocupação pela pecuária, configurando-se em uma força subjacente ao desflorestamento.

A imensa disponibilidade de terras devolutas, o alto valor das madeiras e a expectativa de valorização das terras (especulação) por conta de um eventual melhoramento da infraestrutura que diminuiriam os custos de escoamento da produção agropecuária, têm estimulado a grilagem.

A elevada concentração da posse da terra pode ser resumida quando se observa que existem na Amazônia Legal, cadastrados no INCRA, 548 imóveis com áreas de 10.000 hectares e mais. Estes imóveis representam 0.1% do número total de imóveis da região, detendo área de 19.342.868 hectares, o equivalente a 10% da área total dos imóveis. No outro extremo, os imóveis com áreas até menos de 100 hectares totalizam 345.482 com área acumulada de 15.351.909 hectares, correspondendo a 63% do número

[347] Segundo o INCRA (2004), as terras suspeitas de grilagem perfazem cerca de 936 mil km^2 (i.e. 11% do território brasileiro).

e 8.6% da área cadastradas na Amazônia. Em suma: os 548 imóveis com áreas de 10.000 hectares e mais detêm, cerca de 4 milhões de hectares a mais que o conjunto dos 345.482 imóveis com áreas inferiores a 100 hectares (Decreto nº 7.378/2010):

- corroborando o perfil anterior, os minifúndios representam mais da metade do número de imóveis rurais na Amazônia Legal. Contabilizam 291.800 unidades (53.2% do total), com área agregada de 10.969.90 hectares (6.2% da área total);
- no outro extremo, as grandes propriedades somam 32.329 nas estatísticas do Incra, equivalendo a 5.9% do total dos imóveis rurais da Amazônia. Ocupam, todavia, área de 111.341.762 hectares (62.5% da área total), da qual 78% mantida com baixo índice de utilização agrícola.

IV.3.3. Desmatamento: A Extração da Madeira

VERISSIMO *et al.* (1996) investigaram os diferentes atores que agem na fronteira Amazônica ao longo de um período de tempo na região Sudeste do Pará. Observaram que, nos primeiros estágios dos assentamentos nas zonas de fronteira, estas áreas são geralmente ocupadas por especuladores, fazendeiros, colonos, madeireiras e pequenas serrarias, todos com pouco capital, que causam pequeno impacto na região. Durante este estágio, os fazendeiros costumam vender a madeira para madeireiras a fim de converter florestas em pastagens, enquanto colonos, na maioria das vezes, a utilizam como moeda para adquirir suprimentos. Entretanto, após um período de tempo, a economia da produção de madeira se torna a principal atividade na região e os mais antigos atores são gradualmente substituídos pelos mais capitalizados (fazendeiros, madeireiros e serrarias), os quais desempenham atividades mais intensivas. É a partir deste estágio que estes novos atores intensificam a extração de madeira em áreas de floresta perturbadas e não perturbadas, incluindo as áreas situadas num raio maior de distância. Ao mesmo tempo, os atores mais antigos se dirigem para as novas fronteiras. (RODRIGUES, 2004)

Percebe-se que o desmatamento é resultado de uma série de fatores econômicos e sociais, que se somam à fragilidade institucional de se fazer cumprir a legislação ambiental. Dentre eles, destacam-se os seguintes:

a) Um sistema de alta concentração de terras onde pequenas propriedades (com menos de 10 ha) representam menos que 3% do total das terras produtivas, enquanto que as grandes propriedades (com mais de 10.000 ha) representam mais do que 40%.
b) Uma distribuição de renda, também, altamente concentrada com 66,1% da renda total sendo percebida pelas famílias mais ricas que correspondem a 20% do total de famílias, enquanto que somente 2,3% da renda é percebido pelas famílias mais pobres que correspondem a outros 20% do total.

IV.3.4. Pecuária

De acordo com RODRIGUES (2004), a pecuária tem sido a atividade dominante (68% das áreas abertas/desflorestadas até 1995 e 77% da área total em atividade quando se inclui a pastagem natural) na Amazônia e foi a atividade que mais cresceu em área entre os 2 últimos Censos Agropecuários (77% entre 1985 e 1995).

IV.3.5. Soja

Com relação ao impacto da expansão no desflorestamento, preocupam os ambientalistas a
magnitude e as altas taxas de crescimento de produção de soja na Amazônia, principalmente nas mesorregiões Norte e Nordeste de Mato Grosso.

Segundo RODRIGUES (2004), a maior parte da soja plantada ainda se concentra na parte mais ao sul das mesorregiões Norte e Nordeste de Mato Grosso. Nos anos de 2000 e 2001, a participação das áreas plantadas nestas regiões chegou a 73% (2 milhões de hectares). Em relação à participação dos demais estados Amazônicos (AM, RO, PA, TO e MA) na produção de soja, observa-se que ainda é muito pequena em relação à produção nacional (1,9% da produção nacional em 2000 e 2% da área plantada no país), embora já provoque preocupação de ambientalistas nacionais e internacionais.

IV.3.6. Mapa de Integração dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos dos Estados da Amazônia Legal[348]

Em 1953, com a finalidade de planejamento – e não por motivos geográficos – foram incorporados à Amazônia Brasileira, o Estado do Maranhão (oeste do meridiano 44º), o Estado de Goiás (norte do paralelo 13º de latitude sul atualmente Estado de Tocantins) e Mato Grosso (norte do paralelo 16º latitude sul), conforme art. 2º da Lei 1.806/53, de criação da SPVEA.

> *Art.2º A Amazônia brasileira, para efeito de planejamento econômico e execução do plano definido nesta lei, abrange a região compreendida pelos Estados do Pará e do Amazonas, pelos territórios federais do Acre, Amapá, Guaporé e Rio Branco, e ainda, a parte do Estado de Mato Grosso a norte do paralelo 16º, a do Estado de Goiás a norte do paralelo 13º e do Maranhão a oeste do meridiano de 44º.* (Lei 1.806/53)

Em 1966, pela Lei 5.173 de 27.10.1966 (extinção da SPVEA e criação da SUDAM), a Amazônia Legal tem seus limites ainda mais estendidos. Em 1977 a Amazônia Legal incorporou todo o Estado de Mato Grosso, através da Lei complementar nº 31.

Com a Constituição Federal de 1988, é criado o Estado do Tocantins e os territórios federais de Roraima e do Amapá são transformados em Estados Federados. Atualmente, a Amazônia Legal é composta pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (oeste do meridiano de 44º).

Até meados da década de 1990, o governo federal atuou no sentido de aumentar as áreas protegidas (principalmente Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas que excluíam a presença humana), mas não empenhou esforços na regularização fundiária destas áreas (RODRIGUES, 2004)

O Macrozoneamento Ecológico-Econômico[349] [350] (Figura 80) foi apresentado no dia 23 de março de 2010, pelo então ministro do Meio Ambiente, Carlos Minc, que

[349] O Zoneamento Ecológico-Econômico é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, de planejamento e de ordenamento das formas de ocupação uso do território, que pretende orientar planejadores, tomadores de decisão, o poder público e a iniciativa privada a respeito das potencialidades e dos limites de cada ambiente.

declarou que não se pretende inibir ou eliminar as atividades já instaladas na região, mas agregar valor a elas, dizendo:

> *Por exemplo, aonde temos uma mineração em exploração, então podemos instalar ali uma siderúrgica. Já onde há exploração pecuária, ela poderá se tornar mais rentável com mais bois por hectare. Temos dados importantes que mostram que o desmatamento vem caindo. O Mato Grosso, por exemplo, reduziu, nos últimos quatro anos, em 80% o desmatamento e aumentou sua produção e o seu PIB significativamente.* [351]

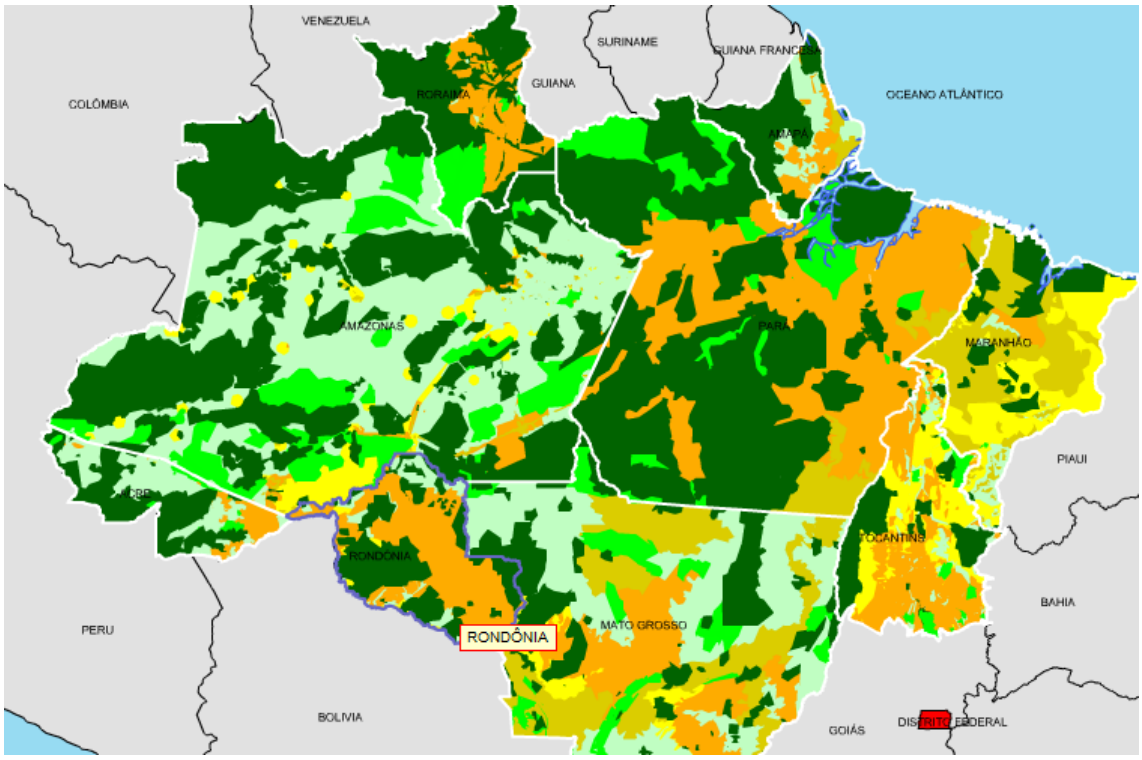


Figura 80: Mapa de Integração dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos dos Estados da Amazônia Legal

Fonte: MMA, 2011

Legenda[352]:

(1) Usos Consolidados ou a Consolidar

(1.1) ÁREAS COM ESTRUTURA PRODUTIVA DEFINIDA/A DEFINIR[353]

---

[350] Decreto nº 7.378, de 1º de Dezembro de 2010, aprovou o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal – Macro ZEE da Amazônia Legal, alterou o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, e deu outras providências.

[351] Disponível em: <http://www.eln.gov.br/opencms/opencms/modulos/noticia/noticia_0480.html> Acesso em: 30 de abril de 2010.

[352] Consta "Proposta de legenda para integração dos ZEEs estaduais da Amazônia Legal". (MME, 2011)

Características: Áreas com potencialidade para exploração intensiva; estrutura econômica e produtiva definida; capacidade para expansão das atividades produtivas. Áreas sob comando de polos urbano-regionais bem estruturados, com infraestrutura e serviços de apoio à produção relativamente eficientes e setor terciário desenvolvido; com elevada especialização produtiva, com predominância do cultivo de grãos nos chapadões e pecuária extensiva nas planícies.

(1.2) ÁREAS A RECUPERAR E/OU REORDENAR[354]

Características: Áreas degradadas ou em processo de degradação por um ou mais tipos de usos desordenados ou inadequados; Alterações significativas dos ecossistemas que demandem reorientação quanto ao tipo de uso, à intensidade de ocupação ou do sistema de manejo e à melhoria da infraestrutura urbana; Áreas em processo de concentração da posse da terra; de ocupação antiga com setor terciário relativamente estruturado capazes de apoiar novas oportunidades de apropriação dos recursos; Áreas com economia estagnada, com perda de população rural

(2) Usos Controlados

(2.1) ÁREAS FRÁGEIS[355]

Características: Áreas com fragilidades naturais específicas; limitadas ofertas de recursos naturais; vulneráveis às atividades econômicas em curso. Áreas de proteção estratégica de recursos hídricos e minerais e vulneráveis à pressão antrópica.

(2.2) ÁREAS COM MANEJO SUSTENTÁVEL[356]

Características: Áreas com relevância ecológica ou de interesse para proteção ambiental; recursos naturais, passíveis de uso sob manejo sustentável. Áreas de proteção estratégica de recursos hídricos e minerais. Áreas com potencial para Ecoturismo. Áreas que se destinam à contenção da Pressão Antrópica sobre áreas institucionais ou de Interesse à manutenção e Cobertura vegetal conservada de floresta ou savana de interesse a manutenção.

(3) Usos Especiais[357]

(3.1) ÁREAS PROTEGIDAS PROPOSTAS

(3.2) ÁREAS PROTEGIDAS CRIADAS

Características de ambos: Áreas pertencentes ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Áreas sob controle da Fundação Nacional do Índio – FUNAI. Áreas de domínio das Forças Armadas. Áreas propostas pelos Estados para Unidades de Conservação

---

[353] Áreas consolidadas ou em processo de consolidação das atividades produtivas mais dinâmicas, que requerem ações de manutenção e/ou intensificação das atividades existentes, objetivando a sustentabilidade ecológica, social e econômica**.**

[354] Áreas alteradas ou degradadas por uso inadequado, requerendo ações de recuperação ambiental e/ou reordenação das atividades produtivas.

[355] Áreas com fragilidades específicas, de interesse à manutenção do estado de conservação para uso dos recursos naturais de forma planejada e limitada, de acordo com normas especiais de controle.

[356] Áreas conservadas, indicadas à manutenção do estado de conservação e/ou contenção da pressão antrópica sobre áreas especiais, para uso dos recursos naturais, de forma planejada e limitada, de acordo com normas especiais de controle.

[357] Áreas Legalmente Protegidas, relativas às Terras Indígenas, de quilombo, de domínio das Forças Armadas e Unidades de Conservação existentes e propostas.

Até o momento, o mapa do Macro ZEE é uma generalização cartográfica com baixíssima resolução (escala 1: 7.500.000) se configurando como o início dos esforços para integrar os produtos detalhados dos projetos sub-regionais e locais. Segundo o MMA, a integração deverá ocorrer via internet, convergindo com outro projeto, denominado *Sistema de Informações Integradas para a Amazônia Legal – SII*, que pretende integrar as bases de informação do Macro ZEE, dos ZEEs dos Estados e da Base Cartográfica Digital Contínua na escala de 1:100.000 para a Amazônia Legal.

As bases de informações se encontram em diversas escalas e muitas vezes com nominações diferentes para o mesmo evento.

Os Estados de Rondônia, Mato Grosso, Amapá e Roraima elaboraram Cartas de Zoneamento na escala de 1:250.000.

Os Estados do Acre e Tocantins mesclaram áreas em escalas de 1:1.000.000 e 1:250.000. Tocantins utilizou informações do seu Zoneamento Agro-Ecológico, resultante de uma base de dados, também na escala 1:250.000.

Os Estados do Pará e Maranhão possuem um Macrozoneamento ao milionésimo.

O Estado do Amazonas não possui uma carta de subsídio à gestão para todo seu território.

Embora tenham sido realizadas diversas experiências de ZEE na Amazônia Legal, a integração que está sendo proposta se configura como ponto de partida para o Macrozoneamento Ecológico-Econômico

Segundo o MMA (2011), o Macro ZEE Amazônia deverá ser uma construção coletiva firmada sobre dois pilares básicos: os ZEEs dos Estados e a atualização do Macrodiagnóstico da Amazônia Legal. A partir dessa base integrada, poderão ser feitas as discussões sobre os Cenários Tendenciais e Projetados, envolvendo os atores estaduais e os setores do Governo Federal que interferem na dinâmica territorial da região (transportes, energia, abastecimento, fundos constitucionais, financiamento à produção, política de preservação e conservação).

IV.4. A Bacia Transfronteiriça do Rio Madeira

O rio Madeira é o maior afluente do rio Amazonas e sua bacia hidrográfica tem aproximadamente 1,35 milhões de km², representando cerca de 23% da Bacia Amazônica. Abrangendo parte dos territórios do Brasil, Bolívia e Peru (Figura 81), a bacia do rio Madeira, ocupa uma área de 548.960 km^2 no Brasil, ou 41%. (PERH-MDA, 2011)

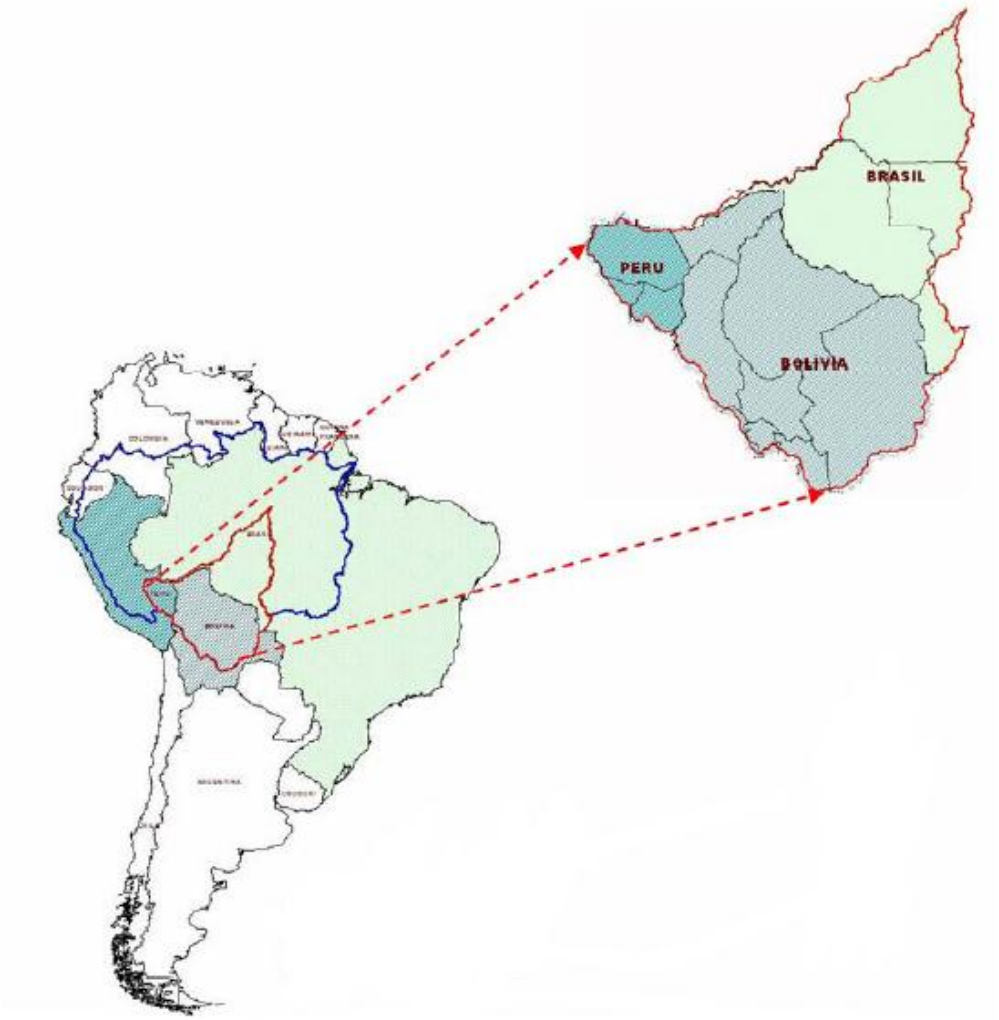


Figura 81: Bacia Transfronteiriça do rio Madeira
Fonte: GEOAMAZONAS, 2006 *apud* ANDRADE, 2008

Fora do território brasileiro, a maior parte da área de drenagem se encontra na Bolívia, iniciando-se nos Andes. Os Andes na Bolívia são formados por duas

cordilheiras: a cordilheira ocidental (ou vulcânica) próxima à fronteira Bolívia-Chile, e a cordilheira Oriental, que se estende até La Paz e ao extremo sul da Bolívia. (Figura 82) Entre as duas cordilheiras, encontra-se o Altiplano, uma planície composta fundamentalmente por depósitos oriundos de erosão das montanhas circunvizinhas, causada pelas águas e pelo vento. Ao leste da cordilheira oriental, se situam os Vales, ao Norte se encontram os *Llanos* aluviais e ao Sudeste *El Chaco* boliviano (VAN DAME, 2002)

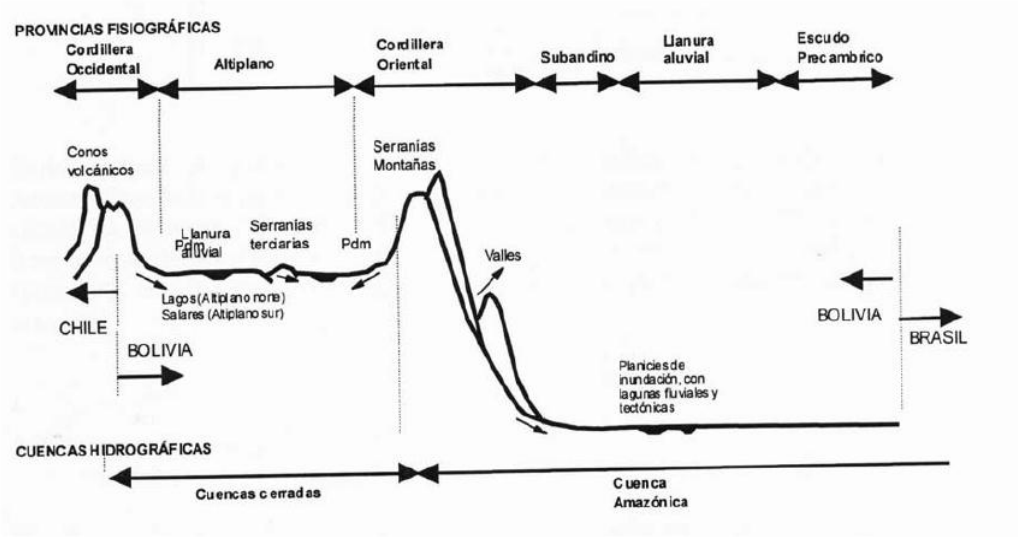


Figura 82: Perfil da Bolívia, com indicação das províncias fisiográficas.
Fonte: VAN DAME, 2002

A tabela 23 a seguir, resume de maneira geral, as províncias fisográficas da Bolívia e suas subunidades.

Provincias fisiográficas	Sectores
Cordillera Occidental	Conos, domos volcánicos y colinas
	Meseta de Origen volcánico
	Llanura de piedemonte
	Serranías altas
Altiplano	Meseta de orígen volcánico
	Serranías bajas
	Colinas y Piedemonte
	Pedillanura
Cordillera Oriental	Montaña y Serranías
	Colinas Altas
	Valles
	Meseta de Origen volcánico
	Penillanuras
	Llanura de piedemonte fluvioglaciar
Subandino	Serranías
	Colinas
	Valles
Llanura Chaco-Beniana	Llanura de piedemonte
	Pedillanura
	Colinas
	Cuestas
	Mesas y Buttes
	Depósitos holocénicos laterizados
Escudo Brasileño	Serranías
	Mesas y Buttes
	Penillanura con Monadnock
	Llanura aluvial

Tabela 23: Províncias fisiográficas da Bolívia

Fonte: VAN DAME, 2002

A bacia do rio Madeira em território nacional tem dimensões máximas de 1.475 km de comprimento e 3.100 km de largura, na base do "triângulo" (Figura 83) que corresponde à fronteira Brasil–Bolívia, estabelecida pelos rios Abunã, Madeira (entre a foz do Abunã e a confluência Beni-Mamoré), Mamoré e Guaporé. (PERH-MDA, 2011)

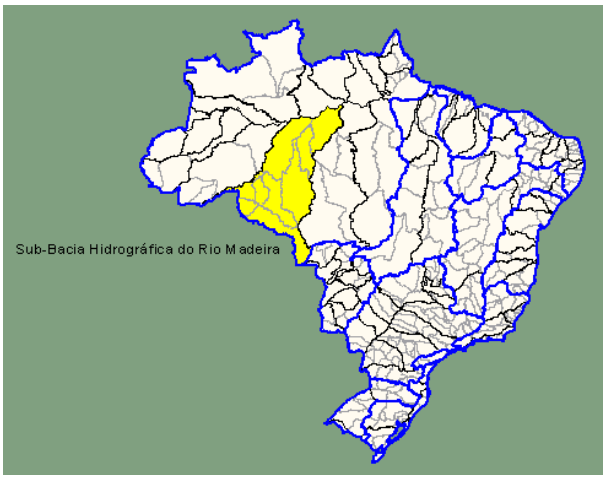


Figura 83: Bacia do rio Madeira

Fonte: ANA, 2003

Conforme apresentado na figura 84, a porção brasileira da bacia é constituída de platôs, com declividade acentuada, que cortam transversalmente os principais tributários do rio Madeira. O rio Madeira, em seu percurso em território brasileiro por volta da cota 210 m, desaguando no rio Amazonas na cota 7 m. (PERH-MDA, 2011)

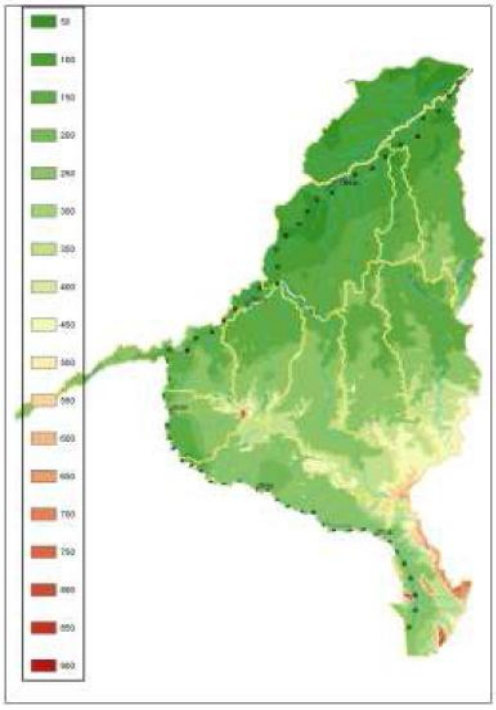


Figura 84: Bacia do rio Madeira – mapa hipsométrico (altitude em metros)

Fonte: PERH-MDA, 2011

A seguir, são apresentados, de sul para o norte, os principais rios que formam o rio Madeira (adaptado de PERH-MAD, 2011), quais sejam: Mamoré, Guaporé, Beni, Abunã e Jaci-Paraná.

O rio Mamoré nasce na Cordilheira dos Andes bolivianos, nas proximidades de Santa Cruz de La Sierra. Após percorrer 2.200 km, adentra no Estado de Rondônia pelo extremo sul, entre as cidades de Costa Marques e Guajará Mirim, onde recebe o rio Guaporé, formando a fronteira entre o Brasil e Bolívia até a confluência com o rio Beni nas proximidades de Nova Mamoré.

O rio Guaporé nasce em território brasileiro na Chapada dos Parecis, em Mato Grosso. Após percorrer cerca de 310 km, também adentra no Estado de Rondônia, formando a divisa entre Brasil e Bolívia e desaguando em seguida no rio Mamoré.

O rio Mamoré, ao entrar no Brasil, logo recebe o rio Guaporé e segue até se encontrar com o rio Beni - oriundo da Bolívia - formando o rio Madeira. (Figura 85)

O rio Beni, formador do rio Madeira, nasce no Planalto Andino boliviano, nas proximidades de Cochabamba. Seu curso tem a extensão de 1.600 km seu principal tributário é o rio Madre de Dios, cujas nascentes se localizam nos Andes peruanos.

O rio Madeira, então formado, faz a fronteira entre Brasil e Bolívia. Nesse trecho inicial, recebe pela margem direita, em território brasileiro, os rios São Miguel, Cantario e Pacaás Novos. Posteriormente, ao receber o rio Abunã, afluente da margem esquerda, sofre uma brusca mudança de direção, seguindo no sentido SW-NE, desenvolvendo-se, por um trecho de aproximadamente 250 km até próximo a cidade de Porto Velho.

É nesse trecho, que o Madeira recebe, pela margem direita, um dos seus principais afluentes, o rio Jaci-Paraná.

O rio Madeira apresenta, em toda essa parte inicial, características predominantes de rios de planalto com acentuada declividade e um curso rico em corredeiras, lajeados e cachoeiras. No trecho entre Abunã e Porto Velho, percorre cerca de 300 km e apresenta um desnível em torno de 39 m, que corresponde a um gradiente médio da ordem de 13 cm/km (o rio Amazonas entre Manaus e a sua foz, tem gradiente médio de aproximadamente 1cm/km).

Figura 85: Reconhecimento aéreo, confluência dos rios Beni e Mamoré, formando o rio Madeira

Fonte: PERH-MAD, 2011

IV.4.1. Andes, Mudanças Climáticas e Águas Abaixo

Degelo dos Andes

O recuo geral observado nos Andes tropicais tem aumentado significativamente nas últimas décadas (FRANCOU *et al.*, 2005). Pequenos glaciares são particularmente vulneráveis em climas mais quentes, tendo muitos deles já desaparecidos em várias partes do mundo durante o século passado. O glaciar de Chacaltaya na Bolívia (16 ° S) é um exemplo típico de desaparecimento de um pequeno glaciar, cuja área em 1940 era de 0,22 km2, e que atualmente se reduziu (em 2005) para menos de 0,01 km2 (Figura 85) (RAMIREZ *et al.*, 2001; FRANCOU *et al.*, 2003; BERGER *et al.*, 2005 *apud* IPCC, 2007a). No período de 1992 a 2005, o glaciar sofreu uma perda de 90% de sua área de superfície e 97% do seu volume de gelo (BERGER *et al.*, 2005).

Os Glaciares de Chacaltaya, tem uma altitude média de 5.260 m acima do nível do mar e foi a mais alta estação de esqui do mundo até poucos anos atrás. Após o encolhimento acelerado da geleira durante a década de 1990, reforçada pelo *El Niño* de 1997/98, a Bolívia perdeu sua única área de esqui, afetando diretamente o

desenvolvimento dos esportes de neve e recreação nesta parte da Cordilheira dos Andes, onde as geleiras são uma parte importante do patrimônio cultural. (IPCC, 2007a)

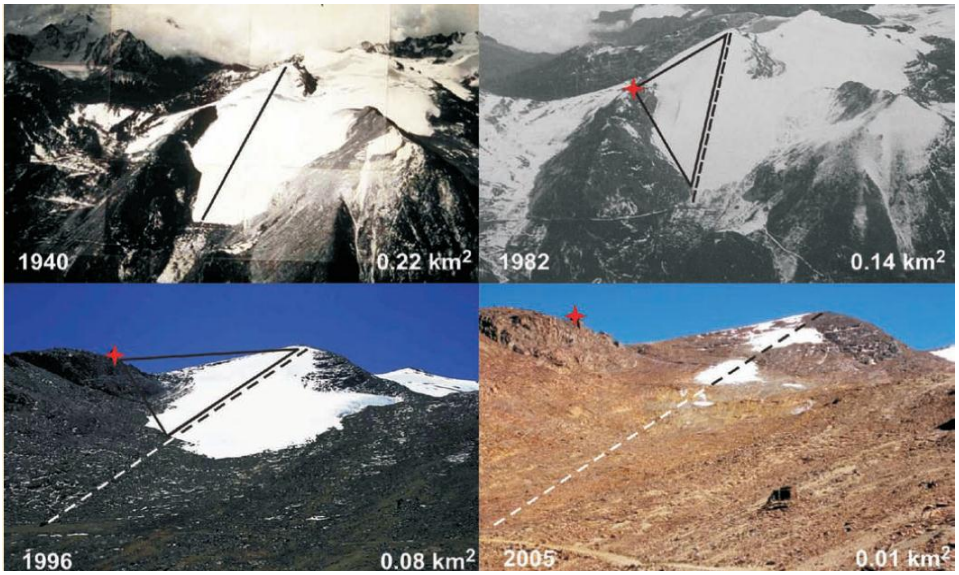


Figura 86: Extensão aérea dos glaciares de Chacaltaya, Bolívia, de 1940 a 2005.
Fonte: IPCC, 2007a
Crédito Fotografia: FRANCOU e VINCENT (2006) e JORDAN (1991)

Até 2005, o glaciar tinha se separado em três pequenas partes distintas. A posição da cabana de esqui, que não existia em 1940, é indicada com uma Cruz Vermelha. O teleférico tinha um comprimento de cerca de 800 m em 1940 e cerca de 600 m em 1996 cobrindo grande parte da geleira, conforme indicado, com uma linha contínua. O local original do teleférico em 1940 é indicado com uma linha segmentada em subsequentes épocas. Depois de 2004, esquiar já não era possível. (Figura 86)

As geleiras estão reduzindo a um ritmo mais rápido do que previsto, devido à intensificação do efeito estufa. O efeito de degelo, embora mais intenso na Antártida, afeta as geleiras Andinas, que segundo alguns levantamentos já podem ter tido uma diminuição de mais de 20% nos últimos 20 anos (ASUNCION, 2006 *apud* IPCC, 2007a). Os gelos eternos estão sendo reduzidos a poucas áreas. Existem diversas pesquisas cientificas que já testemunham reduções continuas dos glaciais de inúmeras áreas como os Campos de Gelo Sul em território chileno-argentino; do Calejam de Huayalas no Peru; do Parque Nacional Natural Los Nevados na Colômbia (geleiras Tolima, Santa Isabel e Ruiz); da Província de La Paz na Bolívia, onde a aceleração do

degelo já provoca preocupações no abastecimento de água potável de grandes cidades como Lima, La Paz, Santiago, Mendoza e outras de menor porte como Manizales (345.000 hab. – Colômbia) e diversas regiões, aquíferos e bacias hidrográficas que terão sua disponibilidade hídrica alterada.

No Nevado Hascarán (Peru), estudos indicam uma perda 12,8 km², cerca de 40% do total existente a 30 anos (GONZALEZ, 2003). No Glacial Yanarmarey no Peru Central, com ocorrências a partir de 4500 a 5000 m de elevação, dos anos 1930 para o tempo presente com observações aéreas locais se percebeu uma elevação da altitude dos extremos em algo em torno de 100 m, com redução de sua área de 0,8 a 1,2 milhões de m^2 (WWF, 1999). Ainda nos Andes Peruanos, estudos do IPCC em 18 glaciais indicam uma redução 20% na superfície desde 1968, correspondendo a menos 11,3 bilhões de m^3 de gelo (IPCC, 2001).

No que diz respeito à vertente Andina Amazônica, além das alterações na disponibilidade hídrica das partes mais elevadas da bacia, a perda dos glaciais também pode causar um aumento nas taxas de erosão. Nos Andes Bolivianos, a região montanhosa é bastante larga e deformada por uma tectônica pouco espessa (BABY, 1997) e segundo FILIZOLA *et al.*(2005), ela vem funcionando como fornecedora de material sedimentar as bacias de países adjacentes desde o Oligoceno superior. Estudos recentes nas medidas de produção de sedimentos realizadas nas estações hidrológicas no sudoeste das cabeceiras da bacia Amazônica, noroeste das cabeceiras da bacia do rio Paraguai e leste da bacia do Altiplano dos Andes destacam a heterogeneidade dos fatores de controle da erosão. Todavia, percebeu-se que no caso Amazônico existe uma maior influência de variáveis relacionadas ao clima, como pluviosidade e escoamento (rios Beni e Chapare); e vegetação e índice de erodibilidade de rochas (rio Grande) (FILIZOLA, op. cit.). A perda da proteção dos gelos as instáveis formações geomorfológicas Andinas pode provocar alterações consideráveis nos volumes de sedimentos dos rios Amazônicos. (FREITAS, 2006)

De fato, em relação à vulnerabilidade da geração hidroelétrica, a figura 87 a seguir, indica que haverá uma séria redução na disponibilidade hídrica - e consequentemente na geração hidroelétrica - em alguns pontos próximos aos Andes por conta da redução dos mesmos[358].

[358] *According to Swiss Re estimations, if no action is taken in Latin America to slow down climate change, in the next decades climate-related disasters could cost US$300 billion per year* (CEPAL, 2002; Swiss Re, 2002 *apud* IPCC, 2007a)

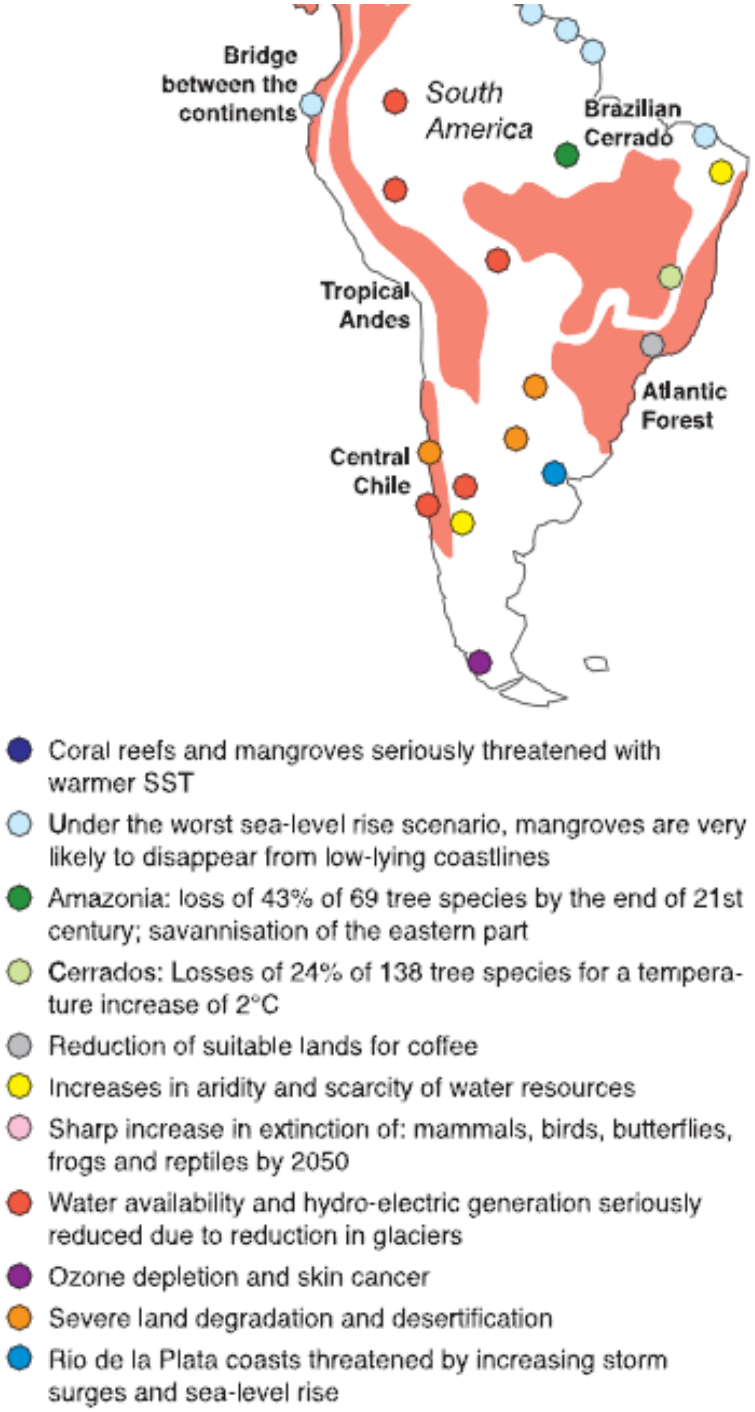


Figura 87: Redução dos glaciares, da disponibilidade hídrica e da oferta de geração hidroelétrica

Fonte: IPCC, 2007a

Planejamento da Expansão da Navegação para a Região

A Região Hidrográfica Amazônica é a maior do País e dispõe de uma extensão de mais de 15.000 km, representando cerca de 60% da rede hidroviária nacional. Compreende as hidrovias do Amazonas, do Solimões, do Madeira, do Negro e Branco, do Purus, do Juruá, do Tapajós, do Trombetas, do Xingu, do Marajó e de muitos outros rios navegados e de menor porte. (Figura 88)

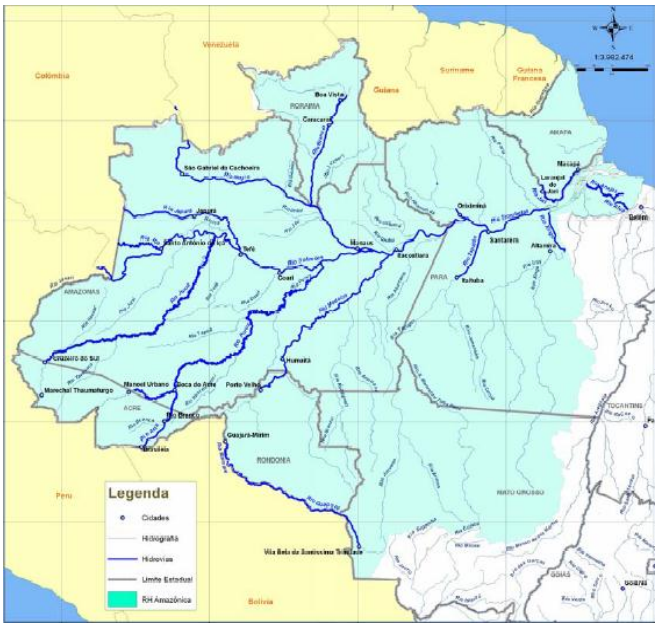


Figura 88: Hidrovias da Região Hidrográfica Amazônica

Fonte: AHIMOC, 2006

A hidrovia do rio Madeira possui uma extensão de 1.056 km, entre Porto Velho (RO) e sua foz, na margem direita do rio Amazonas, permitindo a navegação de grandes comboios, com até 18.000 t, mesmo na época de estiagem. Cabe a AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental, órgão de sociedade de economia mista federal vinculada ao Ministério dos Transportes, fazer a manutenção na infraestrutura da via. Essa hidrovia vem se destacando pelo crescente volume de grãos transportados, principalmente a soja produzida na região da Chapada dos Parecis, no norte do Mato Grosso, que é escoada até o porto de Itacoatiara (AM), no rio Amazonas, para ser embarcada rumo ao mercado externo. O rio Madeira apresenta 15 pontos críticos entre a cidade de Porto Velho e a foz do rio Beni, a montante. Com a construção

das Usinas Hidrelétricas de Jirau e de Santo Antônio, a navegação será estendida até a foz do rio Beni. (FURNAS, 2005a)

Apesar de contar com linhas regulares, a navegação nos rios Guaporé e Mamoré ocorre ainda de forma incipiente, para o transporte de carga geral entre as cidades ribeirinhas, tanto brasileiras quanto bolivianas. Não ocorre uma integração multimodal e existe a necessidade da realização de estudos das condições de navegabilidade nesses rios.

Por toda a sua extensão, o rio Madeira possui numerosas formações rochosas em seu leito, denominadas cachoeiras. Algumas destas impedem a navegação. Pelas suas características físicas, pode-se dividir o curso total do sistema hidrográfico do Madeira em três trechos distintos:

- Alto Madeira, constituído praticamente pelos formadores;
- Trecho das cachoeiras, entre Guajará-Mirim e a cachoeira de Santo Antônio;
- Baixo Madeira inicia-se na cachoeira de Santo Antônio e estende-se até sua foz, no rio Amazonas.

IV.4.2. IRSA: Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana

Em setembro de 2000, aconteceu em Brasília, um encontro com os 12 presidentes sul-americanos (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela), visando dar novo impulso ao processo de integração regional sul-americana, como elemento central de uma estratégia de desenvolvimento. A essa iniciativa, deu-se o nome de IIRSA, ou Iniciativa[359] para a Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana.

As ações partiram da identificação dos dez eixos[360] de integração e desenvolvimento que estruturarão o continente sul-americano. Para cada eixo, a IIRSA desenvolveu uma visão de negócios, identificando com referências espaciais as

[359] Esta iniciativa é um processo multisetorial, que conta com o técnico-financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), da Corporação Andina de Fomento (CAF) e do Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata (FONPLATA) e que pretende desenvolver e integrar as áreas de transporte, energia e telecomunicações da América do Sul, até 2010. (GONÇALVES, 2006)

[360] Conforme já informado, a noção de eixos de desenvolvimento no Brasil foi incorporada no Plano Plurianual (PPA) de 2000-2003 do governo Fernando Henrique Cardoso, conhecido como AVANÇA BRASIL.

atividades econômicas dominantes e infraestrutura existente para prever as necessidades futuras.

A Amazônia merece destaque especial por se tratar de área fronteiriça, tendo um papel fundamental no processo de integração com os sete países vizinhos, colocando o Brasil como líder desta integração. Os Eixos de Integração e Desenvolvimento da IIRSA são os seguintes[361]:

- Eixo Andino (Venezuela-Colômbia-Equador-Peru-Bolívia)
- Eixo Central do Amazonas (Colômbia-Equador-Peru-Brasil)
- Eixo Interoceânico Central (Peru-Chile-Bolívia-Paraguai-Brasil)
- Eixo Interoceânico de Capricórnio (Antofogasta/Chile-Jujuy/Argentina-Assunção/Paraguai-Porto Alegre/Brasil)
- Eixo do Escudo Guayanés (Venezuela-Brasil-Suriname-Guiana)
- Eixo Mercosul-Chile (Brasil-Uruguai-Argentina-Chile)
- Eixo Interoceânico Meridional (Talcahuano-Concepción/Chile-Neuquén-Bahía Blanca/Argentina)
- Eixo Amazônico do Sul (Peru-Brasil-Bolívia)
- Eixo da Bacia do Prata (estudos para a implantação da HidroviaParaná-Paraguai)
- Interconexão das Bacias do Orinoco - Amazonas - Prata (em estudo)

Dos nove Eixos de Desenvolvimento da IIRSA consolidados, quatro atingem diretamente a região amazônica nos países onde ela está localizada. Com a implementação do décimo eixo (Orinoco-Amazonas-Prata) praticamente toda a floresta será beneficiada de alguma forma.

Entre esses projetos destacam-se os Gasodutos Urucu-Porto Velho e Coari-Manaus; o Complexo do Rio Madeira; a Usina Hidrelétrica de Belo Monte; as inúmeras rodovias que estão previstas como a BR 163 (Cuiabá-Santarém), a BR 317 (Rio Branco-Boca do Acre), BR-319 (Manaus-Porto Velho), as linhas de transmissão de energia Tucuruí (PA)/Macapá(AP)/Manaus (AM) e Jauru (MT)/Villhena (RO), entre outras obras.

[361] Encontram-se definidos atualmente 9 eixos, sendo que o décimo, o Eixo Fluvial Orinoco-Amazonas-Prata está em estudo, tendo como objetivo interligar as Bacias dos Rios Orinoco, Amazonas e da Prata, tornando os principais rios da América do Sul navegáveis.

Eixo Amazônico do Sul (Peru-Brasil-Bolívia)

O Eixo Perú-Brasil-Bolivia é um eixo transversal que abarca sete departamentos da Macroregião Sul Perú (Tacna, Moquegua, Arequipa, Apurimac, Cusco, Puno e Madre de Dios), dois departamentos amazônicos da Bolivia (Pando e Beni) e quatro estados do Norte do Brasil (Acre, Rondônia, Amazonas e Mato Grosso). O eixo posui uma superfície estimada de 3,5 milhões de km^2, dos quais 82% situam-se em território brasileiro, 10% em território peruano e 8% no território boliviano. O eixo tem uma população de 12,3 milhões de habitantes, com uma densidade populacional média de 3,53 hab/km^2; sendo 68% de população urbana. (IIRSA, 2006)

As delegações nacionais dos três países identificaram três agrupamentos para este eixo, conforme figura abaixo:

Grupo 1: Corredor Porto Velho-Rio Branco-Puerto Asís-Puerto Maldonado-Cuzco / Juliaca-Portos do Pacífico

Projeto: Pavimentação Iñapari - Puerto Maldonado - Inambari, Inambari - Juliaca / Inambari – Cusco.

Grupo 2: Corredor Rio Branco-Cobija-Riberalta-Yucumo-La Paz

Projeto: Estrada Guayaramerín – Riberalta – Yucumo– La Paz / Puente Binacional

Grupo 3: Corredor Fluvial Madeira-Madre de Dios-Beni

Este grupo foi classificado como estratégico, pois tem a função de consolidar uma via de integração internacional fluvial, auxiliando na logística de transporte e no desenvolvimento socio-econômico das regiões de Madre de Dios no Perú, Rondônia no Brasil e Pando e Beni na Bolívia.

Projeto: Navegação do Rio Madeira entre Porto Velho e Guayaramerín.

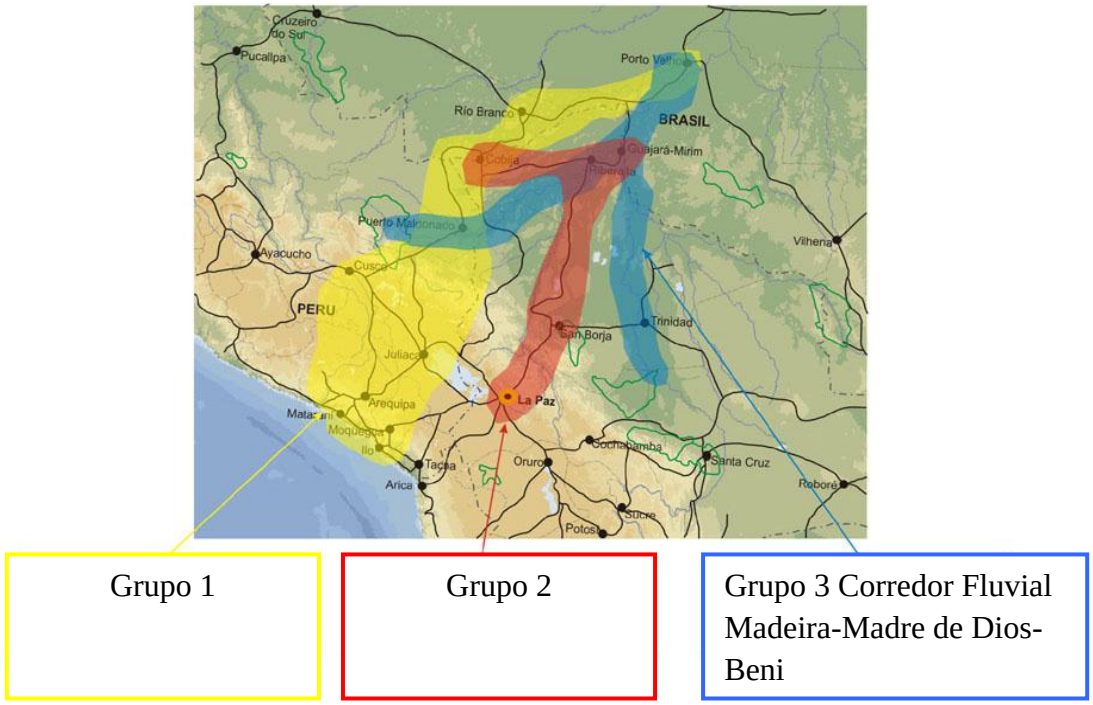


Figura 89: Eixo Peru-Brasil-Bolívia

Fonte: Adaptado de IIRSA (2006)

Além do projeto de Navegação do rio Madeira de Porto Velho a Guajará-Mirim, outros projetos fazem do Grupo 3, quais sejam:

- Hidrelétrica Cachoeria Esperanza (Rio Madre de Dios)
- Hidrovia Ichilo - Mamoré
- Navegação do Rio Beni
- Hidrovia Madre de Dios e Puerto Fluvial
- Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira incluindo eclusas para navegacão.
- Hidrelétrica Binacional Bolívia - Brasil
- Linha de transmissão entre as Centrais Hidrelétricas do Rio Madeira e o SIN

IV.4.2.1. O Complexo Hidrelétrico do rio Madeira: As Usinas Hidroelétricas de Jirau e Santo Antônio

As Usinas de Santo Antônio e Jirau localizam-se em trecho do rio Madeira inteiramente situado no município de Porto Velho, estado de Rondônia (Figura 90).

Figura 90: Localização dos AHEs Jirau e Santo Antônio

Fonte: FURNAS, 2002

Em 2001, FURNAS e ODEBRECHT iniciaram, autorizadas pela ANEEL, os estudos de inventário do rio Madeira, concluídos em novembro de 2002. No inventário do rio Madeira, no trecho considerado (entre Porto Velho e Abunã), a melhor opção de partição de queda indicou a implantação de um único barramento, localizado na região da Ilha do Presídio, cujo reservatório se estenderia até a Vila Abunã. (Figura 91)

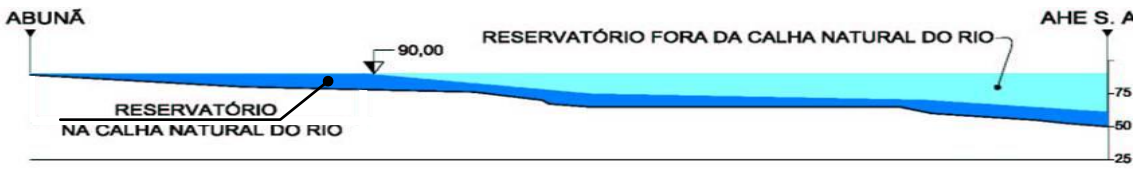


Figura 91: Opção de um único barramento

Fonte: FURNAS, 2002

Como a adoção de um único barramento inundaria extensas áreas, buscou-se a diminuição deste alagamento através da implantação de dois barramentos mais baixos, diminuindo significativamente a extensão das áreas a serem inundadas.

A partição de queda do trecho do rio Madeira foi então definida por um barramento nas proximidades das corredeiras de Jirau (Usina de Jirau), com uma queda de aproximadamente 16,6 m de altura e um reservatório de 258 km^2, e outro localizado na Ilha do Presídio (Usina de Santo Antônio), com uma queda de aproximadamente 16 m de altura e um reservatório de 271 km^2 (Figura 92).

Figura 92: Opção de dois barramentos

Fonte: FURNAS, 2002

Em Santo Antônio, o reservatório formado tem área de 271,3 km^2, dos quais 164 km^2 são a própria calha do rio implicado. Dessa forma, a área de inundação será de 107 km^2 de terras das margens do rio Madeira. Em Jirau, o reservatório formado terá área variando entre 136,9 km2 (na estiagem) e 258 km^2 (nas épocas de cheia). Esses valores representam a inundação de áreas que variam entre 108 km^2 e 123,9 km^2, situadas nas margens do rio Madeira.

Segundo dados de FURNAS (2005b), os estudos de inventário se preocuparam em limitar a inundação ao território nacional, conforme figura 93. Entretanto, destaca-se que o consórcio vencedor do leilão do AHE Jirau alterou o eixo do barramento alguns quilômetros adiante, o que pode indicar uma preocupação adicional em não inundar o território da Bolívia.

Figura 93: Não inundação do território da Bolívia

Fonte: FURNAS, 2002

A seguir, a cronologia do processo de licenciamento ambiental do Complexo Hidroelétrico do rio Madeira:

- Inventário Ambiental: 2001/2002;
- Viabilidade Ambiental: 2003/2005
    - Agosto de 2003, Furnas formaliza consulta ao IBAMA.
    - Setembro de 2003, o IBAMA assume titularidade.
    - Ibama emite termo de referência após consulta pública, caracterizando uma inovação no processo de licenciamento ambiental.
    - Maio de 2005, requerimento licença prévia.
    - Dezembro de 2005, IBAMA atesta abrangência do EIA/RIMA.
    - Fevereiro de 2006, IBAMA requer complementação EIA/RIMA.
    - Abril de 2006, apresentação das complementações do EIA/RIMA
    - Julho de 2006, IBAMA requer detalhamento das complementações.
    - Agosto de 2006, apresentação da reformulação.
    - Setembro de 2006, IBAMA atesta mérito do EIA/RIMA.
    - Novembro de 2006: Audiências Públicas em Jaci-Paraná, Porto Velho, Abunã e Mutum-Paraná.

Ao todo, foram 41 meses, sendo 20 meses referentes ao processo de aceitação do EIA/RIMA.

Segundo FURNAS (2005b), a implantação das Usinas Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau têm como principal objetivo gerar a energia correspondente aos 6.450

MW relativos à instalação de suas turbinas. As principais características[362] dos AHEs Santo Antônio e Jirau são apresentados na tabela 24 abaixo:

	AHE SANTO ANTÔNIO	AHE JIRAU
N.A. (m)	70,00	90,00
Vida útil do reservatório	>100 anos	50 anos
Vazão de projeto do vertedouro (m^3/s)	84.000	82.600
Potência Instalada (MW)	3.150	3.300
Energia Firme Local (MW médios)	2.050	2.193
Queda de Referência (m)	13,90	15,20
Tipo de Turbina	Bulbo	Bulbo

Tabela 24: Características dos AHEs Santo Antônio e Jirau

Fonte: FURNAS, 2002

A tabela 25 abaixo apresenta, as relações área reservatório/potência da usina (km^2/MW) e potência da usina/área reservatório (MW/km^2) para usinas hidroelétricas instaladas em região de planície na Amazônia.

Usinas	Área dos Reservatórios	Pot.	Área Reservatório/Potência (km^2/MW)	Potência/ Área Reservatório (MW/km^2)
Balbina	2.360	250	9,44	0,11
Samuel	584	217	2,69	0,37
Curuá-Una	78	30	2,60	0,39
Manso	387	210	1,84	0,54
Luiz E. Magalhães	626	850	0,74	1,35
Tucuruí – 1ª etapa	2.414	4.000	0,61	1,64
Tucuruí – 2ª etapa		8.000	0,30	3,33
Coaracy-Nunes	23	67	0,35	2,86
Jirau	258	3.300	0,08	12,5
	140 (*)		0,04	25,00
Santo Antônio	271	3.150	0,09	11,11
	110(*)		0,03	33,33

*Descontada a área do rio.

Tabela 25: Relações Reservatório/Potência e Potência/Reservatório

Fonte: FURNAS, 2002

[362] Destaca-se que os dados podem ter sofrido alterações durante o ciclo de planejamento de aproveitamentos hidroelétricos, notadamente nos estudos de viabilidade e projeto básico.

A possibilidade de se reduzir as áreas inundadas deve-se à adoção de turbinas bulbo, utilizadas em usinas hidroelétricas com baixa queda. Estas usinas são denominadas “fio d’água”. A diferença entre as usinas com reservatório de acumulação e a fio d’água é apresentada na figura 94 a seguir.

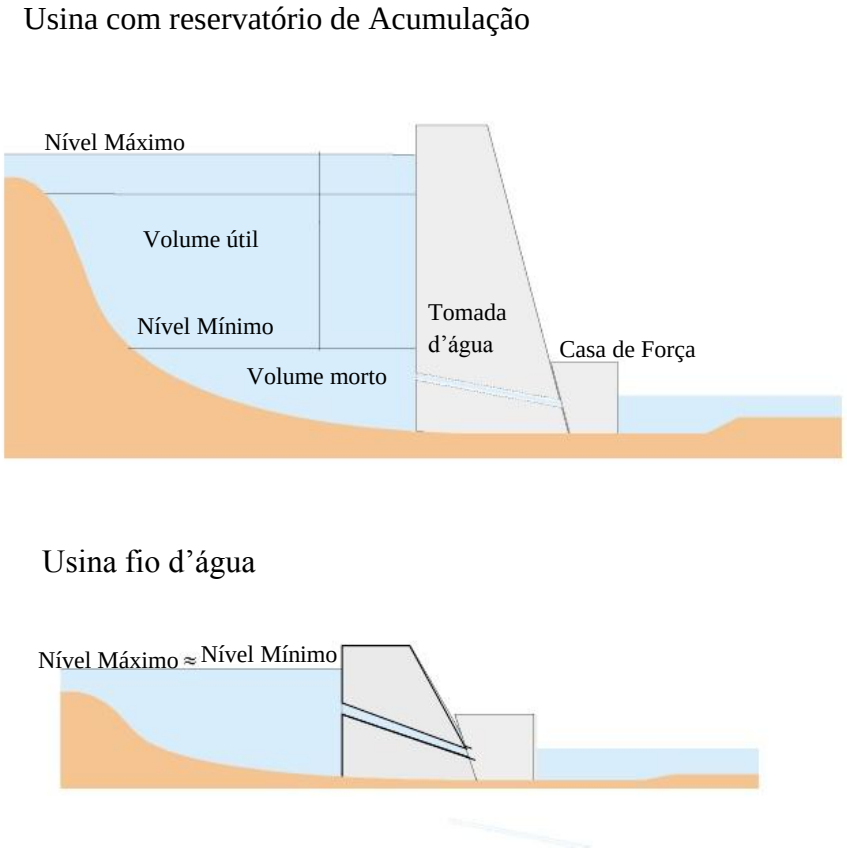


Figura 94: Diferença entre as usinas com reservatório de acumulação e fio d’água

Turbinas Bulbo

Preocupada com a preservação do meio ambiente, a engenharia moderna tem buscado novas alternativas para a produção de hidroeletridade. Uma delas é a utilização de turbinas do tipo bulbo (Figura 95), que podem ser instaladas em baixíssimas quedas, a fio d’água, não sendo necessária a formação de grandes reservatórios, reduzindo assim os impactos ambientais. Um grupo bulbo é caracterizado por possuir o conjunto turbina-gerador de eixo horizontal instalado no interior de uma cápsula denominada bulbo que, geralmente, opera submersa. (MORAIS *et al.*, 2011)

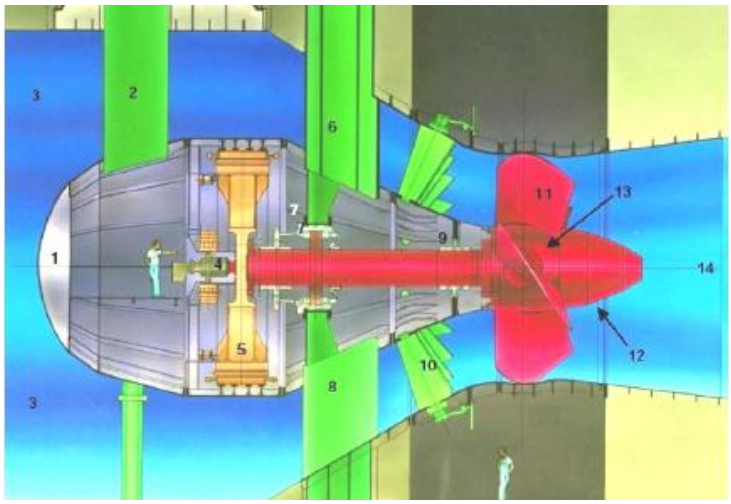


Figura 95: Turbina Bulbo

Fonte: MORAIS *et al.*, 2011

A tabela 26, abaixo, apresenta a experiência internacional na utilização de turbinas Bulbo.

UHEs	País	MW	Queda Máx (m)	Velocid. (rpm)	Diâmetro do Rotor (m)	Nº Unid.	Ano
Belleville	França	25,9	5,5	64,3	7,5	2	1997
Tadami	Japão	65,8	20,7	100	6,7	1	1989
Murray Lock	USA	19,4	5,0	52,2	8,41	2	1985
Lingjintan	China	30,93	13,2	78,9	6,9	9	1998
Hongjiang	China	48,19	27,3	136,4	5,46	6	2003
Santo Antônio	Brasil	71,6	13,9	81,8	8,15	44	--
Jirau	Brasil	75	15,2	85,7	7,94	44	--

Tabela 26: Experiência internacional na utilização de Turbinas Bulbo

Fonte: FURNAS, 2002

O Termo de Referência do IBAMA

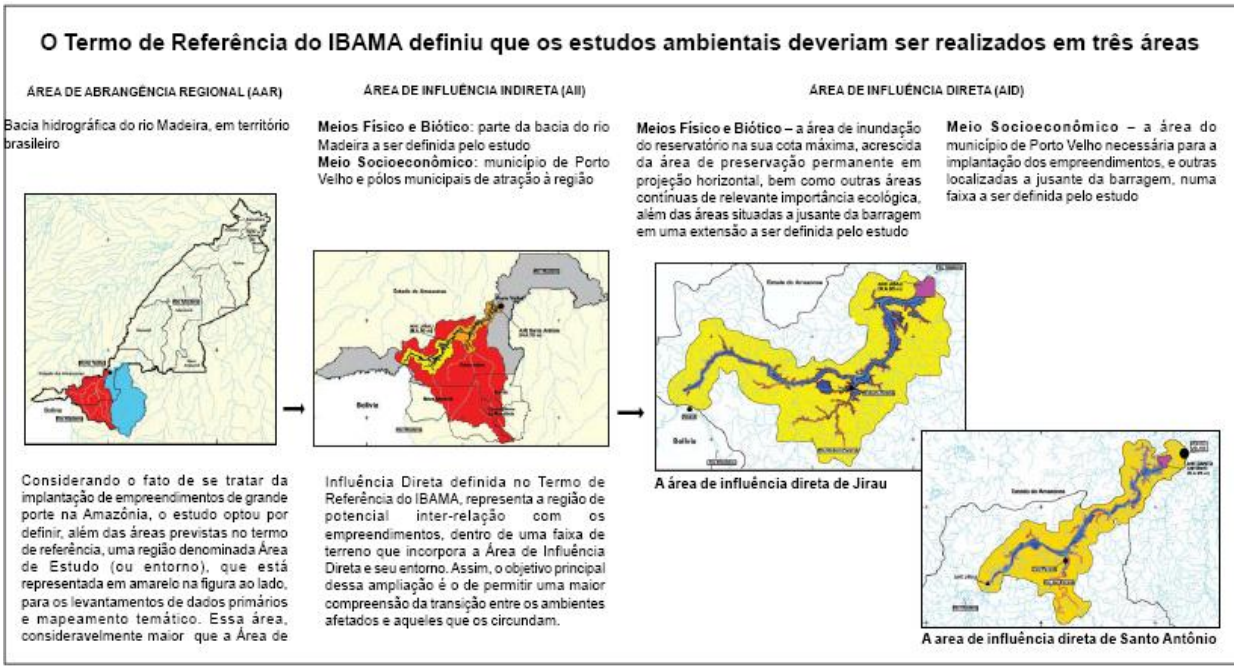


Figura 96: Termo de Referência e as três Áreas de Abrangência

Fonte: FURNAS, 2005b

De forma geral, os principais impactos identificados foram os seguintes:

População: deslocamento da população urbana e rural residente na área dos reservatórios, com alteração da organização social e política na região; perda de praias, balneários e trechos encachoeirados.

Peixes: interrupção da migração de reprodutores e da deriva de ovos e larvas; alteração da composição e da abundâncias das espécies nativas nos reservatórios

Pesca: alteração das características da pesca na área dos reservatórios com diminuição da captura de bagres e aumento da captura de espécies com menor valor comercial.

Água: diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido e proliferação de macrófitas, principalmente nos braços dos reservatórios.

Sedimentos: retenção de sólidos em suspensão, principalmente areia, nos primeiros anos de operação das usinas.

Saúde: aumento da incidência de malária e de doenças de veiculação hídrica.

Arqueologia: inundação de trechos da Estrada de Ferro Madeira Mamoré.

Flora e Fauna: supressão de vegetação e diminuição da área utilizada pelos animais existentes na área dos reservatórios.

A formação do reservatório de Jirau irá comprometer todo o núcleo urbano de Mutum Paraná, e a formação do reservatório de Santo Antônio irá inundar os povoados de Teotônio e Amazonas, exigindo a sua relocação para outro local. Já o núcleo urbano de Jaci Paraná só será afetado perifericamente pela formação do reservatório de Santo Antônio, não sendo necessária a sua relocação integral.

Foram propostos os seguintes programas ambientais no PBA (Programa Básico Ambiental) que objetivam prevenir, minimizar ou compensar os impactos ambientais causados pelas usinas: Programa de Monitoramento do Lençol Freático; Programa de Monitoramento Sismológico; Programa de Monitoramento Climatológico; Programa de Monitoramento; Hidrossedimentológico; Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico; Programa de Acompanhamento dos Direitos Minerários e da Atividade Garimpeira; Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico; Programa de Monitoramento Limnológico; Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas; Programa de Conservação da Flora; Programa de Desmatamento das Áreas de Interferência Direta; Programa de Conservação da Fauna; Programa de Acompanhamento de Atividades de Desmatamento e de Resgate da Fauna em Áreas Diretamente Afetadas; Programa de Conservação da Ictiofauna; Programa de Resgate da Ictiofauna; Programa de Compensação Ambiental; Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental; Programa de Saúde Pública; Programa de Apoio às Comunidades Indígenas; Programas Relacionados ao Patrimônio Arqueológico Pré-Histórico e Histórico; Programa de Remanejamento da População Atingida; Programa de Ações de Jusante; Programa de Recuperação da Infra-Estrutura Afetada; Programa de Compensação Social (Apoio às Áreas Urbanas do Município de Porto Velho); Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios; Programa de Monitoramento e Apoio às Atividades Desenvolvidas nas Várzeas e Programa de Apoio às Atividades de Lazer e Turismo.

Segundo FURNAS (2008), o Projeto Básico Ambiental (PBA) previu o investimento de R$ 800 milhões nos 28 programas acima que vão desenvolver 48 ações para minimizar os impactos da construção da hidrelétrica de Santo Antônio.

À época do governo Lula, as hidroelétricas de Santo Antônio e Jirau eram consideradas as obras mais importantes do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

Destaca-se que o Ministério Público Federal de Rondônia e de Mato Grosso, Ministério Público do Estado de Rondônia e organizações civis ajuizaram várias ações pedindo a anulação das licenças ambientais alegando ilegalidades nos processos de licenciamento e de outorga de direito ao uso dos recursos hídricos. Em julho de 2009, a Amigos da Terra – Amazônia Brasileira (SP), a Associação de Defesa Etnoambiental Kanindé (RO) e a Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira (COIAB) ajuizaram duas ações civis públicas (ACP) na Justiça Federal de Rondônia, contra as licenças de instalação das hidrelétricas Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira.

IV.5. Sistema de Informações Geográficas da Bacia do Rio Madeira

A crescente expansão das atividades antrópicas sobre o meio ambiente tem gerado um aumento expressivo da demanda por sistemas que apoiem a tomada de decisão. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) utilizados inicialmente no auxílio à elaboração de mapas, vêm sendo cada vez mais utilizados no auxílio de extração de informações para apoiar a tomada de decisões.

Na década de 80, com a grande evolução dos computadores pessoais e dos sistemas gerenciadores de bancos de dados relacionais, o uso de SIG tornou-se comum em empresas, universidades e agências governamentais, e atualmente diversos profissionais o utilizam para as mais variadas aplicações.

A tecnologia SIG integra operações convencionais de bases de dados, como captura, armazenagem, manipulação, análise e apresentações de dados, com possibilidade de seleção, busca de informações e análise estatística, conjuntamente com a possibilidade de visualização e análise geográfica na forma de mapas temáticos. Entre as propriedades mais importantes do SIG, estão a capacidade de integrar dados não espaciais (metadados) com dados georeferenciados e a apresentação cartográfica de informações complexas, através de uma base integrada de objetos espaciais e de seus atributos ou dados, organizados com possibilidades analíticas diversas, proporcionadas por um conjunto de procedimentos e ferramentas de análise espacial. (IVIG, 2009a)

Em termos práticos, significa a possibilidade de representar espacialmente e estabelecer relações entre dados sobre eventos hidrológicos de risco (secas e cheias), uso do solo, cobertura vegetal, fontes energéticas (hidroelétricas, termelétricas, gasodutos), condições da infra-estrutura de transporte (hidrovias, ferrovias e rodovias),

interligações elétricas (linhas de transmissão) ocupação urbana, aspectos socioeconômicos e populacionais, além de dados normativos e institucionais, locais, regionais e nacionais. Desta forma, tais relações caracterizam a bacia hidrográfica, possibilitando o apontamento de suas potencialidades e vulnerabilidades, considerando os aspectos relacionados à variabilidade e às mudanças climáticas.

A estruturação de uma metodologia para as aplicações do SIG no planejamento e gestão dos recursos hídricos na escala de bacias hidrográficas permite a utilização desta ferramenta em qualquer bacia, independentemente da localização espacial e especificidades geo-hidromorfológicas ou de cobertura e uso do solo.

Normalmente, o uso de SIG se baseia no tripé usuários-base de dados-instituição dado o nível de complexidade de um sistema desta natureza, que requer constante atualização e monitoramento, envolvendo multidisciplinaridade.

IV.5.1. Etapas de Construção

A motivaçao para se construir um Sistema de Informações Geográficas reside na observação de uma necessidade (de decisão ou estudo, por exemplo) relacionada a aspectos de nossa realidade, visando a implementação de soluções ligadas ao "mundo real".

O SIG Madeira (Figura 97) foi desenvolvido a partir das seguintes etapas:

Etapa 1: Levantamento Bibliográfico;

Etapa 2: Modelagem Conceitual de Dados;

Etapa 3: Aquisição dos Dados Ambientais, da Socioeconomia e Infraestrutura; Hidrológicos e Meteorológicos e Energéticos;

Etapa 4: Construção e Integração Espacial dos Dados (Implementação);

Etapa 4.1: Digitalização e Rasterização;

Etapa 4.2: Vetorização;

Etapa 4.3: Validação;

Etapa 4.4: Georreferenciamento;

Etapa 4.5: Tratamento dos Dados Gráficos e Tabulares;

Etapa 4.6: Testes e Avaliação dos Erros;

Etapa 5: Interface com o Usuário;

Etapa 6: Armazenamento, Consultas e Análises.

Todas as etapas citadas foram desenvolvidas pelo núcelo de geoprocessamento do Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG), no âmbito do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento intitulado "Desenvolvimento de tecnologias, processos e metodologias de integração da gestão de recursos hídricos, potencial hidráulico e clima (Hidro-Clim) – o caso das bacias dos rios Tocantins e Madeira", fruto do contrato nº. 18.276 celebrado entre FURNAS Centrais Elétricas SA e a Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisa e Estudos Tecnológicos (Fundação COPPETEC)

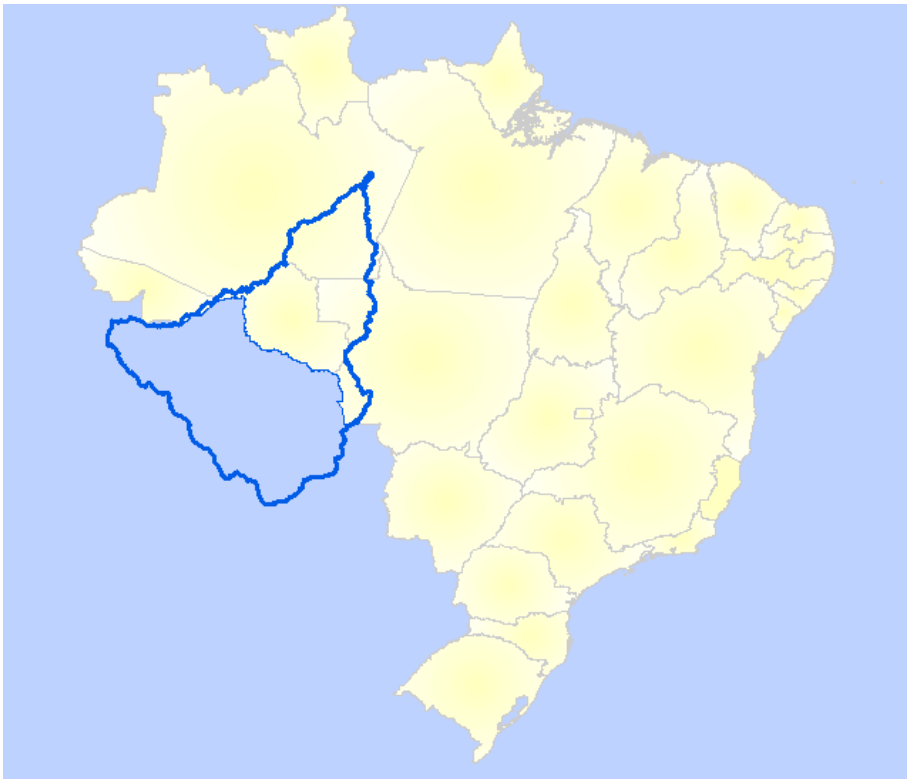


Figura 97: SIG Bacia Transfronteiriça do Rio Madeira

Fonte: IVIG, 2011

As *layers* do SIG Madeira estão apresentadas no Anexo III desta Tese.

Capítulo V. Resultados, Conclusões e Recomendações

> *O desenvolvimento econômico e social é indispensável para assegurar ao homem um ambiente de vida e trabalho favorável e para criar na terra as condições necessárias de melhoria da qualidade de vida.*
> *Princípio nº 8 da Declaração das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, Estocolmo, 1972*

As necessidades crescentes de energia elétrica advindas da sociedade moderna e os altos custos provenientes do não suprimento desta energia impuseram ao setor elétrico um planejamento que atendesse a estas necessidades.

As primeiras usinas hidroelétricas no Brasil datam do fim do século XIX, em Minas Gerais, tendo sua implantação motivada por cargas pontuais, como aquelas das atividades de mineração e das pequenas fábricas têxteis.

No início do século XX, iniciou-se a estruturação dos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, organizados sob a forma de sistemas independentes e isolados, atendendo preferencialmente aos maiores centros urbanos, sendo dominados pelos grupos AMFORP e LIGHT.

Em um cenário de inflacionamento das tarifas que dificultava a difusão das aplicações industriais da energia elétrica e de escassez de energia elétrica em vários pontos do país, o governo de Vargas promulgou, em 1934, o Código de Águas, consagrando o regime das autorizações e concessões para os aproveitamentos hidrelétricos.

A partir de então, procedeu-se uma gradativa intervenção estatal no Setor, com a criação de diversas empresas. Marco importante no setor, a Eletrobrás foi criada em 1961/62, assumindo as características de uma *holding*, através de quatro subsidiárias: CHESF, FURNAS, CHEVAP E TERMOCHAR.

O passo inicial do planejamento do setor foi dado em 1962, através dos estudos desenvolvidos pelo consórcio CANAMBRA, que fez o levantamento do potencial hidráulico e do mercado de energia elétrica da Região Sudeste. O setor elétrico naturalmente se direcionou para o aproveitamento do potencial hidráulico, por conta da abundância existente no país do principal insumo das hidroelétricas: a água. Ademais, seu uso não incorria em custos como no caso dos combustíveis utilizados nas termoelétricas.

No final da década de 1960, o setor estava todo estruturado, tendo a Eletrobrás a atribuição de executar a política de energia elétrica e o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) a atribuição de regulamentar as atividades do setor. Esta estruturação inicial, com a gestão das águas vinculada ao setor de energia elétrica perdurou por muitos anos. Sua desvinculação só foi ocorrer há um pouco mais de uma década, em 2000/2001, com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA)[363]. Esta nova visão de gestão das águas, foi objeto de pesquisa do capítulo III.

Em 1972, é divulgada em Estocolmo, a declaração das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, entendida como uma alerta sobre os danos causados ao planeta por conta da crescente busca pelo desenvolvimento econômico. No ano seguinte, em 1973, acontece o primeiro choque do petróleo e os estudos Canambra, iniciados em 1962, são concluídos.

Neste cenário internacional de crise mundial por conta da alta no preço do petróleo conjugado ao início das preocupações ambientais, a vocação hidroelétrica do país ganha relevo.

Merece destaque, ainda, o fato de internamente, ter havido o golpe militar de 1964, impondo ao país, um grande período de repressão, que só foi completamente extinto com a eleição de Tancredo Neves, em 1985.

Desta forma, o cenário que se apresentou neste momento crucial de planejamento do setor (1962-1973) foi de:

- Ditadura Militar e cerceamento dos diretos humanos;

- Início das preocupações ambientais, materializadas pela Declaração das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, ocorrida em Estocolmo em 1972;

- Crise mundial como consequência do primeiro choque do petróleo;

É a partir de 1972 que os rios da Amazônia passam a ser inventariados, dentre os quais, os rios Tocantins e Uatumã. Nestes rios, foram indicados os aproveitamentos hidroelétricos de Tucuruí e Balbina. Os inventários dos rios Xingu e Jamari são concluídos em 1979, indicando os aproveitamentos hidroelétricos de Kararaô[364] -

[363] É importante ressaltar que o Setor Elétrico continua fazendo referência ao Código de Águas nos contratos de concessão.

[364] O projeto do aproveitamento hidroelétrico de Kararaô (6.300MW, conforme PNE 1987-2010) sofreu severas críticas e foi substituído pelo aproveitamento hidroelétrico de Belo Monte, único aproveitamento a ser instalado no rio Xingu que ainda precisa superar questões de ordem ambiental e social, mediante negociação política.

empreendimento que fazia parte do então chamado “Complexo de Altamira” com 7 empreendimentos - e de Samuel.

Pelo exposto, nota-se que o planejamento dos grandes “vilões” hidroelétricos (Tucuruí, Balbina e Samuel) se inserem no período da ditadura militar, início da preocupação mundial com o meio ambiente e alta do preço do petróleo que gerou uma crise econômica mundial.

Entre 1968 e 1974, a preocupação principal do governo em relação à Amazônia foi promover a sua ocupação por razões econômicas. Corresponde a essa fase, a implementação de rodovias, em que sobressai a Transamazônica (1970), e de projetos de colonização, sobretudo na própria Transamazônica e em Rondônia. O abastecimento regional por centrais termelétricas – à exceção das pequenas hidrelétricas de Coaracy Nunes no Amapá e de Curua-Uná próximo a Santarém no Pará – não seria mais suficiente para atender ao intenso crescimento de Belém após a construção da rodovia Belém-Brasília, e de núcleos antigos e novos em decorrência da ocupação planejada **e espontânea**. (ROVERE e MENDES, 2000)

O Plano 90, divulgado em 1974, marca o início do período de planejamento centralizado (Pós-CANAMBRA), apresentando os requisitos de energia elétrica para as regiões Sul e Sudeste, entretanto, com a premente necessidade de integração dos sistemas elétricos regionais e a crescente escassez de recursos financeiros por conta do primeiro choque do petróleo, tornou-se necessário um planejamento em escala nacional. O Plano 92, com visão nacional, foi apresentado em 1977.

Durante todo o período de 1960 até 1977, houve um grande esforço do setor elétrico para interligar os sistemas de potência de forma a atender o aumento da demanda por energia elétrica. Como decorrência das interligações entre as redes elétricas regionais, houve uma melhora significativa na qualidade do abastecimento, mas foi necessário investir em um grande número de estudos a fim de se obter as melhores soluções técnicas e econômicas. Neste ínterim, merece destaque, o plano nacional de unificação de frequências no padrão 60 Hz. Iniciado em 1967, só foi concluído em todo Brasil em 1977.

Em 1979, foi elaborado o Plano 95, com o objetivo de preparar o país para enfrentar a crise desencadeada pelo segundo choque do petróleo.

A crise financeira vivida pelo país ao longo dos anos 1980, dentro do cenário econômico com altas taxas de inflação, cuja origem remonta os dois choques do

petróleo (1973 e 1979), tornou o país e especificamente o setor elétrico, extremamente dependente dos recursos de organismos financiadores.

Na questão ambiental, foi aprovada em 1981, a Política Nacional de Meio Ambiente e em 1986, a partir da Resolução CONAMA nº 01, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente passou a depender da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Por outro lado, a reestruturação e/ou criação das áreas de meio ambiente nas empresas do setor elétrico foi, em grande medida, motivada pelos organismos financiadores, como "condicionante" aos seus empréstimos.

Para a obtenção do financiamento do Plano de Recuperação Setorial (PRS), o PNE 1987-2010, chamado Plano 2010, foi submetido ao Banco Mundial. De acordo com as condições determinadas pelo Banco, a segunda parcela do financiamento estaria atrelada a algumas condições, dentre as quais, a apresentação, pela Eletrobrás, de um plano diretor para o meio ambiente, e o fortalecimento dos departamentos de meio ambiente das empresas do setor, o que de fato ocorreu, com a publicação do I Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico (I PDMA) e uma reestruturação organizacional da *holding* ELETROBRÁS e de algumas subsidiárias.

Cabe, entretanto, destacar, que *após estabelecer, em 1980, novos padrões de procedimento para reassentamento de populações afetadas por empreendimentos por ele financiados, o Banco Mundial só foi incorporar as diretrizes sobre meio ambiente ao seu manual de operações em 1984. E havia apenas cinco funcionários na Divisão de Assuntos Ambientais. Em 1987, a divisão virou um Departamento de Meio Ambiente, com 45 cargos. Um ano antes (1986), o banco reforçou seus critérios, buscando garantir a viabilidade econômica das pessoas deslocadas por intermédio de uma fiscalização mais eficiente dos projetos por parte do banco e do aumento da qualidade dos programas de remanejamento.* (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2009)

Com a evolução das discussões mundiais em torno da questão do meio ambiente, em 1987 é apresentado o relatório "Nosso Futuro Comum", pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, das Nações Unidas (ONU), conceituando o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a década de 80 foi marcada pelo retorno gradual à democracia. O principal comício das *Diretas Já* aconteceu no Vale do Anhangabaú, em São Paulo, no dia 16 de abril de 1984, reunindo mais de 1 milhão de pessoas, e pouco menos de um

ano depois, após muitos protestos, os brasileiros puderam comemorar o retorno da democracia, com a eleição, em 15 de janeiro de 1985, de um presidente civil pelo voto indireto, Tancredo Neves.

Em tempos de abertura política, em 24 de julho do mesmo ano, foi promulgada a Lei 7.347 de 1985, conhecida como Lei da Ação Civil Pública[365]. Destinada à defesa de interesses difusos e coletivos[366], sua propositura pode ser feita pelo Ministério Público, pela União, pelos Estados e Municípios, autarquias, empresas públicas, fundações, sociedades de economia mista e associações (conforme art. 5º). Em que pese a importância da qual se revestem os objetos tutelados pela Lei 7.347/85, inúmeras são as polêmicas que gravitam em torno deste diploma. Dentre as polêmicas, destacaremos um aspecto, qual seja, a possibilidade conferida ao juiz, conforme disposto no artigo 14, transcrito a seguir:

> *Art. 14. O juiz poderá conferir efeito suspensivo aos recursos, para evitar dano irreparável à parte.*

Neste sentido, a participação de associações e organizações não governamentais no processo de licenciamento, através do acionamento dos Ministérios Públicos, tem sido uma constante[367].

Para o caso específico de implantação de aproveitamentos hidroelétricos, não obstante o esforço do setor elétrico em atender aos dispositivos legais para a obtenção das licenças ambientais (elaboração de EIA, obtenção da DRDH, elaboração do PBA, etc.) e o desenvolvimento de estudos que não constam em dispositivos legais (como a AAI), tem-se verificado um grande número de ações civis públicas visando impedir a obtenção das licenças ambientais pelos empreendedores, e consequentemente, a implantação dos empreendimentos.

---

[365] Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências.

[366] Difusos são todos aqueles interesses caracterizados por estarem relacionados a um bem indivisível, que não pode ser atribuído em sua totalidade ou em partes a qualquer dos interessados. Os sujeitos relacionados aos interesses difusos possuem variável grau de determinação, sendo, no entanto, impossível sua atribuição individualizada a qualquer deles. Coletivos também têm objeto indivisível, mas contrariamente aos difusos, podem ser atribuídos a um grupo ou uma classe.

[367] Por vezes, os processos tem se apoiado na falta de definição sobre quem deve ser responsável pelo licenciamento, uma vez que a Constituição Federal nos diz em seu artigo 23:
Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:
VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

Mais recentemente, observamos os embargos nos aproveitamentos de Belo Monte e do Complexo do rio Madeira. Além do atraso na obtenção das licenças, a implantação do empreendimento pode sofrer atrasos adicionais pela possível perda da "janela hidrológica". (período de estiagem, adequado ao início das obras)

Segundo BANCO MUNDIAL (2008), a emissão da Licença Prévia tem se caracterizado como um processo recheado de incertezas e, numa amostra de 66 usinas, consumiu em média 32 meses, ou quase três anos.

A demora na obtenção das licenças ambientais resultou, num passado recente, na ampliação da fonte térmica. De fato, a liberação das licenças ambientais para termelétricas tem sido mais rápida do que a de aproveitamentos hidroelétricos, não obstante a característica de usar fontes não renováveis.

Dadas as incertezas no processo de implantação de aproveitamentos hidroelétricos, as considerações e recomendações aqui presentes são, sobretudo, concentradas na melhoria do processo como um todo, e não somente sob o ponto de vista do licenciamento.

É na etapa de inventário de potencial hidráulico que se definem os melhores locais para a implantação de aproveitamentos hidroelétricos, em consonância com a estratégia de desenvolvimento para o país.

Em razão dos impactos causados pelos primeiros reservatórios hidroelétricos, verificou-se que há uma tendência a reduzir as dimensões das áreas inundadas nos novos aproveitamentos hidroelétricos, como no caso de Belo Monte cujo projeto foi revisto pela Eletronorte, e nos casos de Santo Antônio e Jirau. Embora se perca potência, essa tem sido a solução adotada.

A opção pelas turbinas bulbo e a inexistência de reservatórios acrescentam alguns problemas. Não havendo a possibilidade de armazenar água, e havendo grande variação nas vazões afluentes à Belo Monte e Jirau e Santo Antônio, deverão ser usadas termelétricas durante os meses de "águas baixas". No segmento transmissão, existe o problema de estabilidade elétrica, que pode ser resolvido pelo uso de corrente contínua, economicamente viável para grandes distâncias.

Conforme abordado no capítulo II, os estudos de inventário passaram a ter uma metodologia definida a partir da publicação, em 1977, do primeiro manual de inventário revisado em 1984, sem haver, até esta publicação, a introdução das variáveis ambientais. Somente na revisão de 1997 que diversas variáveis ambientais forma introduzidas, em mais recentemente, na revisão de 2007, a incorporação da Avaliação

Ambiental Integrada. Entretanto, destaca-se que AAI (Avaliação Ambiental Integrada) não está prevista em lei, tratando-se de uma análise setorial que não garante sucesso na obtenção das licenças ambientais.

De fato, a lei indica a seguinte atribuição à EPE:

> *Art. 4º. Compete à EPE:*
>
> *VI - obter a licença prévia ambiental e a declaração de disponibilidade hídrica necessárias às licitações envolvendo empreendimentos de geração hidrelétrica e de transmissão de energia elétrica, selecionados pela EPE;*
> *X - desenvolver estudos de impacto social, viabilidade técnico-econômica e socioambiental para os empreendimentos de energia elétrica e de fontes renováveis;*
> Lei 10.847/2004

Como possibilidade para melhorar esta questão no processo de licenciamento ambiental, deve-se estimular a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica *ex ante* aos estudos de inventário hidroelétrico, de forma a subsidiar a análise prévia do setor quanto a eventuais restrições.

A participação da Agência Nacional de Águas (ANA) nos estudos de inventário hidrelétrico também pode contribuir para minimizar os conflitos nesta etapa.

Para a etapa de elaboração dos estudos de viabilidade e dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) necessários para a licitação/concessão do empreendimento, é importante considerar:

- Estímulo ao desenvolvimento de metodologias para a participação pública;
- Definição da política de indenização e reassentamento a ser implementada, com a participação da sociedade.
- Os estudos devem contemplar os impactos das linhas de transmissão associadas.
- Estudos são necessários para avaliar o cálculo da Reserva de Disponibilidade Hídrica. Conforme destacado por HORA (2008), as DRDHs (Declarações de Reserva de Disponibilidade Hídrica) dadas aos aproveitamentos de Jirau e Santo Antônio, restringem as demandas futuras de água pelos demais usuários dos recursos hídricos.
- A necessidade de se definir os custos sociais a serem arcados pelos empreendedores e aqueles pertinentes aos governos federal, estadual e municipal, considerando os déficits históricos de investimentos públicos.

Na etapa de elaboração do Projeto Básico Ambiental (PBA), por ocasião da obtenção da licença de instalação (LI), é importante que se estimule o diálogo entre o empreendedor e o órgão licenciador, pois conforme destacou TUNDISI *et al.*, (2006a), os impactos e os benefícios da construção de represas são bem conhecidos e detalhados em inúmeras análises, estudos de caso e pesquisas científicas nas áreas de Limnologia, Engenharia, Geologia e Geografia. Processos fundamentais foram descritos, mecanismos de funcionamento de represas e sua inserção nas bacias hidrográficas foram detalhados e quantificados e a evolução da organização espacial e temporal desses grandes ecossistemas aquáticos artificiais foi caracterizada. Nesta etapa, o projeto básico já está elaborado e, portanto, condicionantes abusivas na licença de instalação podem colocar em risco o equilíbrio econômico-financeiro do empreendimento. Caso ocorram recursos administrativos e/ou judicialização do processo, conforme já destacado, pode haver a perda da "janela hidrológica".

Após a obtenção da licença de Operação (LO), destaca-se que a operação da usina hidroelétrica deve maximizar a geração e contemplar as necessidades de montante e jusante, considerando ainda, a adaptação às mudanças climáticas.

Mudanças regionais e globais, como transformações no uso do solo e a interferência das mudanças climáticas, com alterações na temperatura e nos regimes das chuvas, impõem a realização de estudos de previsão e avaliação da vulnerabilidade climática ao setor de geração de energia elétrica, com destaque para a avaliação das vazões afluentes aos reservatórios hidrelétricos por meio da previsão climática e hidrológica, fundamentais na definição de cenários nos quais os riscos hidrológicos e, portanto, energéticos podem ser conhecidos antecipadamente.

Os principais problemas decorrentes após a construção dos reservatórios referem-se à necessidade de uma gestão integrada dos usos múltiplos e à integração entre a operação do sistema/funcionamento limnológico/hidrológico, o
controle dos impactos a partir da bacia hidrográfica, impactos esses produzidos pela própria expansão da economia regional e sua diversificação em razão da existência do reservatório (STRASKRABA *et al.*, 1993; TUNDISI, 1994 *apud* TUNDISI, 2007).

O conceito de gestão integrada dos recursos hídricos pode ser dividido em quatro dimensões que devem ser abordadas de forma articulada[368]:

[368] A visão articulada implica em atuar simultaneamente nas diferentes políticas, tais como: política de recursos hídricos, política energética, políticas sociais, política econômica, políticas de desenvolvimento territorial e política ambiental.

(i) ***a integração das diferentes fases do ciclo hidrológico (águas atmosféricas, superficiais e águas subterrâneas)***;

Para uma gestão integrada dos recursos hídricos é necessário que se estimule a participação de diferentes partes bem informadas (órgãos de governo, concessionárias de energia, usuários, comunidade científica etc.), através do uso de sistemas de informações hidrológicas capazes de fornecer informações sobre o estado destes recursos. Entretanto, verifica-se uma grande dificuldade em obter e tratar os dados sobre os recursos hídricos por conta da insuficiência de recursos financeiros, tendo em vista as demandas de outros setores concorrentes. Desta forma, as redes de coleta de dados se deterioram dificultando de sobremaneira às análises dos serviços hidrológicos nacionais.

A água tem papel central no sistema terrestre e nas atividades humanas, portanto, a observação do ciclo mundial da água, ajuda também a detectar as mudanças climáticas e a variabilidade do clima graças à observação e análise das tendências de precipitações, do escoamento dos cursos d'água e de outras variáveis do ciclo hidrológico.

Na escala da bacia hidrográfica ou de uma região, a informação do ciclo hidrológico contribui enormemente para o desenvolvimento sustentável e a eliminação da pobreza, por diversos aspectos, que são notadamente a avaliação dos recursos hídricos e o planejamento de sua tomada de valor; o monitoramento (supervisão, controle e monitoramento) dos ecossistemas e da qualidade da água; a previsão de cheias (enchentes/inundações) e estiagens (secas); o desenvolvimento da agricultura; da hidroeletricidade; a gestão da pesca e a saúde.

Na escala local de um país e/ou entre países, deve-se estimular a parceria entre diferentes organismos e reforçar as capacidades das instituições encarregadas da observação do ciclo hidrológico e da vigilância dos dados, assim como a elaboração de protocolos e de procedimentos normalizados facilitando a troca de informações. Graças aos sistemas de informação sobre água, reunidos em comum acordo nas escalas nacionais, um clima de confiança pode se instaurar entre os diferentes usuários e as partes interessadas.

Neste sentido, projetos científicos como o HIBAM e o LBA, apresentados nesta Tese, devem ser estimulados, assim como a assinatura de acordos internacionais, como

Tratado de Cooperação Amazônica, que conforme vimos, incluiu em sua Agenda Estratégica, o tema da água e das mudanças climáticas.

(ii) a gestão da água, da terra e dos demais recursos naturais e ecossistemas relacionados;

A tendência para o planejamento do uso do solo e dos recursos hídricos é utilizar ferramentas como Planos Diretores, Planos de Bacias Hidrográficas, incluindo Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE). Conforme apresentado no capítulo I, o setor elétrico ainda deve desenvolver o PGSP e o PACUERA. Nesse sentido, deve-se estimular a compatibilização dos planos de bacias e os zoneamentos territoriais (bacias com alto potencial para geração de energia hidrelétrica devem ter práticas agrícolas com menor perda de solo e menor consumo de água, por exemplo) e considerar, nos zoneamentos de bacias, as áreas de recarga de aquíferos, bem como áreas de potencial agrícola.

Observa-se que é de extrema importância a ligação estrutural entre os instrumentos de planejamento regional e os sistemas de gestão de recursos hídricos, com seus múltiplos usuários.

(iii) a integração dos interesses dos diversos usos e usuários, que competem entre si pela sua apropriação; e

A Lei 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), definiu em seus fundamentos o uso múltiplo da água e a gestão descentralizada e participativa, tendo como unidade de planejamento territorial a bacia hidrográfica. A "Lei das Águas", portanto, incorpora a integração dos interesses dos diversos usos e usuários que competem entre si pela sua apropriação, entretanto, iniciativas internacionais mais modernas, como a Diretiva Marco da Água, têm demonstrado que esses sistemas podem não ser suficientes para combater a grande deterioração dos cursos d'água e os inevitáveis conflitos. Se na Europa a integração está acontecendo na direção do "bom estado ecológico das águas", na Califórnia, o governo adotou uma política de gestão integrada de água e energia, uma vez que, as medidas mais significativas para atender à

demanda crescente de água incorrem em inevitável aumento na demanda por energia;

De fato, a energia, em suas várias formas, está presente em todas as atividades humanas, seja como serviço essencial à qualidade de vida, seja como um fator de produção que dinamiza o desenvolvimento econômico. Deve-se, portanto, tratar a produção e o uso da energia dentro de um enfoque sistêmico, superando uma abordagem limitada ao setor energético. Isto acarreta a necessidade de consideração da componente energética das diversas políticas setoriais, analogamente ao que ocorre com o requisito de uma adequada inserção da dimensão ambiental no processo de desenvolvimento (ROVERE e MENDES, 2000)

(iv) a gestão do desenvolvimento econômico, social e ambiental.

A geração e transmissão de energia hidroelétrica, a produção e distribuição de petróleo e gás natural, a mineração, os modais de transporte, a agricultura e a pecuária podem ser vistos como importantes pilares do desenvolvimento sustentável se aliados às ações de preservação ambiental e de planejamento estratégico para o presente e o futuro. Em relação à expansão dos aproveitamentos hidroelétricos, sua continuidade dependerá em grande medida, das estratégias de longo prazo que deverão estabelecer exames detalhados dos processos dinâmicos socioambientais.

Observando o cenário mundial, em um futuro não muito distante, a questão da água (e dos usos múltiplos) deverá ser mais importante que a questão energética. De fato, a água é uma das riquezas naturais mais preciosas, exercendo uma enorme influência sobre a economia de uma nação; o bom uso da água depende quase completamente dos aspectos de desenvolvimento. A Água, sendo um elemento chave tanto para a preservação do meio ambiente quanto para o desenvolvimento econômico, deve ter sua gestão inserida em um conjunto organizado de esforços aplicados à ocupação do solo, ao aproveitamento da água (incluindo a hidroeletricidade) e à gestão dos efluentes domésticos e industriais.

Nesse sentido, é necessário desenvolver estudos que possibilitem a escolha adequada dos rios a impactar e dos rios que serão preservados *vis-à-vis* os benefícios econômicos e sociais da exploração da hidroeletricidade e da preservação.

As políticas para o desenvolvimento da região Amazônica devem se orientar claramente para a erradicação da pobreza, embora esta meta seja difícil de alcançar. É

importante destacar, que não haverá efetivo desenvolvimento - e muito menos desenvolvimento sustentável – se a população não progredir em direção a um estado de crescimento e equidade que a faça superar a linha da pobreza em que se encontra.

Os projetos no âmbito do TCA e IIRSA demonstram o interesse dos países da América do Sul em promover o crescimento econômico, reestruturar o setor produtivo e atender às necessidades básicas das populações locais, de forma a melhorar seu bem-estar social, entretanto, é necessário que se efetue o ordenamento territorial de forma a orientar o processo de ocupação do espaço com vistas ao aproveitamento racional dos recursos naturais existentes[369].

Dois importantes aproveitamentos hidroelétricos[370] em termos de capacidade instalada (6.450 MW no total) estão em fase de construção no rio Madeira, importante afluente da margem direita do rio Amazonas. Além da questão energética para o Brasil, os aproveitamentos fazem parte do IIRSA, que planeja uma ligação do Atlântico com o Pacífico, via hidrovias, sendo necessário para tanto, conforme estudos, a construção de dois outros aproveitamentos (um Binacional, na fronteira e outro em território Boliviano) de forma a dar navegabilidade ao trecho final até o Pacífico.

No rio Paraná, situa-se a hidroelétrica Itaipu Binacional, empreendimento conjunto do Brasil e do Paraguai, com potência instalada de 14.0000 MW. Projetos desenvolvidos em conjunto, como este, e iniciativas de integração como o IIRSA, se bem planejados, deverão ser estimulados, de forma a dar governança em regiões onde o Estado tem dificuldades em estar mais presente.

Nesse sentido, deve-se buscar ampliar o conhecimento do potencial hidráulico nacional e, também, nos países fronteiriços de forma a propiciar ganhos mútuos e sinérgicos na implantação de novas usinas. A realização de estudos conjuntos de inventário e de viabilidade de bacias transfronteiriças deve ser estimulada. Grande parcela desse potencial está localizado na Bacia Amazônia

Assim como a União Européia, que vem trabalhando para a implementação da Diretiva Marco da Água (DMA), a América do Sul tem grande parte de seu território banhado por bacias transfronteiriças. Nesse sentido, é conveniente que os países que compartilham estas águas também adotem uma diretiva em comum, antes que ocorra

[369] Esta necessidade está destacada na Agenda Estratégica do TCA, no item que trata dos recursos hídricos.
[370] Santo Antônio e Jirau.

uma escassez de água e de energia, que os farão perceber a necessidade de uma gestão compartilhada.

De fato, algumas bacias hidrográficas no Brasil já se encontram sob pressões, seja por conta dos elevados níveis de degradação ou pelos excessos de retiradas, principalmente para irrigação. Além da definição e implementação de uma diretiva continental para água, deve-se levar também em conta, a adoção de medidas que visem o uso mais eficiente dos recursos hídricos. Destaca-se, que os valores de cobrança atuais não incentivam o uso eficiente, sendo necessário, portanto, que sejam atribuídos preços adequados para a cobrança da água.

Conforme destacado no relatório da *California Energy Comission* (CEC, 2005), considerando a estreita relação no Brasil, dos setores de água e energia, os planos de recursos hídricos devem ser coordenados com os planos de gestão de energia de forma a se identificar e conciliar potenciais áreas de conflito e obter ganhos com pontos de sinergia utilizando uma abordagem holística e de valores sociais.

A incorporação desses conceitos em políticas de gestão dos recursos hídricos poderia levar a resultados eficientes na conservação da água.

Algumas conclusões gerais podem ser destacadas:

- A complexidade e relevância da problemática da escassez de água tem levado à sofisticação das políticas de gestão em alguns países. É importante aprender com as experiências destes países;
- Políticas coordenadas tendem a gerar sinergias benéficas para a sociedade, permitindo maiores efeitos na conservação e gestão da escassez. A coordenação entre as políticas deve ser estimulada;
- Como a agricultura é responsável por grande parte do consumo, é necessário que se definam as regiões com maior vocação para o plantio com menor consumo de água;
- Deve-se estimular a gestão da água pelo lado da demanda através do reuso de água, captação de águas das chuvas, inibição de gastos excessivos de água, revisão dos valores praticados na cobrança, dentre outros.

Desde o século XIX que o homem faz uso dos potenciais hidráulicos para gerar energia elétrica. Boa parte dos países esgotou seu potencial hidráulico, complementando sua geração de energia elétrica com fontes fósseis como o carvão, o óleo e o gás.

Com os recentes acordos internacionais ligados aos gases de efeito estufa e mudanças climáticas e de biodiversidade, associadas às questões de ordem interna, referentes ao arcabouço institucional e legal, o que seria um diferencial competitivo está se tornando um grande nó que deverá ser desatado de forma a propiciar um desenvolvimento que atenda às necessidades desta geração e das gerações futuras: o desenvolvimento sustentável. Entretanto, conforme os gargalos vão aparecendo e dependendo do crescimento da economia, a situação pode se tornar crítica, pois são necessários cerca de cinco anos para construir uma hidroelétrica e três, para uma termelétrica. Alguns problemas podem inviabilizar o crescimento e ainda conduzem à energia muito cara, que o consumidor paga.

De fato, conforme tabela 27 a seguir, a termoeletricidade apresenta um custo muito alto de combustível, alto de energia e grande impacto no efeito estufa. Para exemplificar esta comparação, o inventário de gases de efeito estufa da termelétrica de Santa Cruz para o ano de 2008, apresentou o valor de 111.110 $tCO_{2\text{-eq.}}$ que representaram 51% das emissões da empresa[371] [372]. (FURNAS, 2009)

[371] A termelétrica de Santa Cruz, de Furnas Centrais Elétricas, não foi despachada pelo ONS nos anos de 2009 e 2010.

[372] A empresa operava à época 11 usinas hidroelétricas. No âmbito do programa *GHG Protocol*, no qual a empresa aderiu como membro-fundadora, não há metodologia para a quantificação das usinas hidroelétricas. *Grid Elétrico* e combustão móvel representaram juntas 2% e as emissões fugitivas, 49%, com destaque para o gás dielétrico SF_6 (Hexafluoreto de Enxofre), utilizado na Subestação Blindada de Grajaú e em equipamentos de transmissão.

	Hidro	Térmica
Investimento por kW	Alto	Menor
Custo combustível	Nulo	Muito alto
Custo de O & M	Baixo	Alto
Custo da energia	Baixo	Alto
Linha de transmissão	Longa	Menor
Tempo de construção	Grande	Menor
Tempo de vida	Grande	Pequeno
Geração de emprego	Grande	Menor
Impacto ambiental	Reservatório	Atmosfera
Efeito estufa	Menor	Grande
Importação	Pequena	Grande
Taxa de retorno	Baixa	Alta

Tabela 27: Comparação entre forma de geração elétrica

Fonte: ROSA, 2007

A geração hidráulica é responsável por cerca de 14% da oferta interna de energia no Brasil e por cerca de 70% do suprimento de eletricidade no país. Somente cerca de 30% do total do potencial hidráulico brasileiro (de aproximadamente 243 mil MW) corresponde a usinas em operação, o que indica que a participação da energia hidráulica na matriz energética brasileira deverá aumentar, sobretudo em razão do aproveitamento do potencial da Bacia Amazônia, conforme sinalizado pelos estudos de inventário, pelo Plano Nacional de Energia 2030 e Plano Decenal de Energia 2020

Mudanças regionais e globais têm provocado alterações no clima e na hidrologia da região, notadamente, transformações no uso do solo com a conversão de mais de 700.000 km^2 de florestas tropicais em pastagens, acrescido ao fenômeno do aquecimento climático global, que tem registrado aumentos de temperatura médios de 0,6º a 0,9º C nos últimos 100 anos. Com efeito, a mudança de temperatura pode levar a várias outras alterações do meio ambiente, dentre elas, a intensificação do ciclo hidrológico global, o que provocará impactos sobre os recursos hídricos a nível regional. De fato, mudanças diferenciadas de temperatura da atmosfera, dos continentes e dos oceanos, levam às mudanças de padrões de pressão atmosférica e de ventos. Portanto, podemos esperar mudanças nos padrões de precipitação, conforme os modelos matemáticos de previsão global do clima do *Hadley Centre* para 2050 que apresentam reduções médias de 150 a 250 $mm.ano^{-1}$ nas chuvas da região.

Cabe salientar que, caso venha a se intensificar a ocorrência de fenômenos de aquecimento anômalo da Temperatura da Superfície dos Oceanos Pacifico e Atlântico as chuvas e, portanto, vazões dos rios devem ser reduzidas. De fato, no que diz respeito ao Oceano Pacifico as ocorrências de *El Niño* tem determinado eventos extremos de deficiência de chuva e por consequência, baixas descargas nos rios da região, sobretudo, na parte norte oriental da Amazônia.

Este fenômeno, possível responsável pela seca Amazônica de 2005, acabou alterando as correntes de massas de ar úmidas da Amazônia, principalmente em parcelas importantes das bacias do Rio Solimões, Rio Negro, Rio Madeira, Rio Juruá, dentre outros (FREITAS, 2006).

A característica mais relevante do setor elétrico brasileiro sob o ponto de vista da geração hidroelétrica é a existência de usinas com reservatórios de regularização, que podem amenizar eventuais variações hidrológicas. Nesse sentido, a opção do setor elétrico por reservatórios de menor capacidade de regularização ou mesmo a inexistência destes pela construção de usinas a fio d'água utilizando-se turbinas bulbo, tende a deixar mais vulnerável à geração hidrelétrica em anos de deficiência hídrica.

É importante destacar, que com o aumento considerável da população Amazônica, nos últimos quarenta anos, o impacto da seca tornou-se mais significativo. Somente no Estado do Amazonas a seca de 2005 afetou mais de 914 comunidades, o que equivale a cerca de mais de 167 mil habitantes ou 32 mil famílias, segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

O mais preocupante é a constatação da intensificação das emissões de gases de efeito estufa. Pelos dados obtidos entre 1970 e 2004, as emissões globais de CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs e SF_6, ponderadas pelo seu potencial de aquecimento global, aumentaram em 70% (24% entre 1990 e 2004), passando de 28,7 para 49 $GtCO_{2\text{-eq}}$. As projeções de mudanças futuras no clima (Figura 98) assinalam que, dependendo dos cenários do incremento das emissões antrópicas, as temperaturas poderão aumentar até 2099 em um intervalo de 1,8, em uma condição bastante otimista, à 6,4 no pior cenário modelado. (FBMC, 2010)

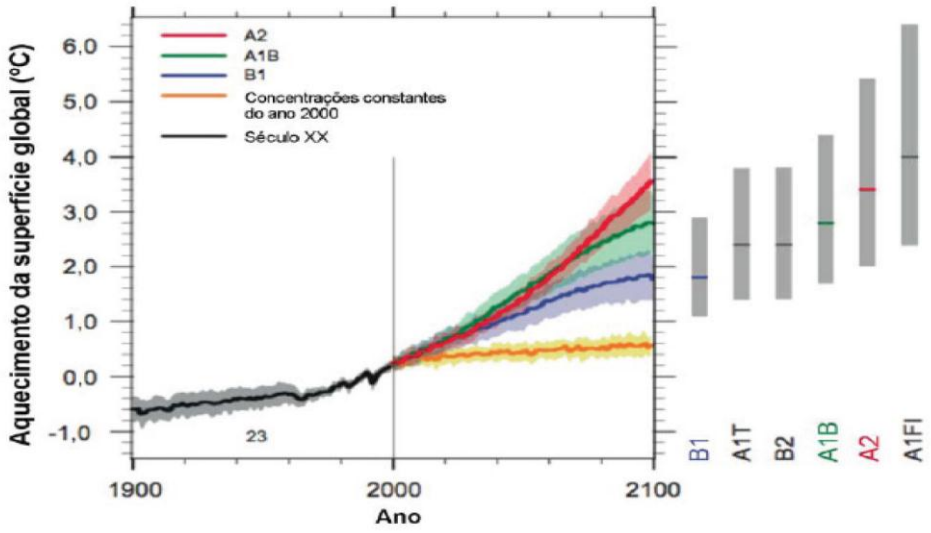


Figura 98: Aquecimento da superfície global para diferentes cenários

Legenda: As linhas contínuas representam as médias globais do aquecimento da superfície produzidas por vários modelos (relativas a 1980-1999) para os cenários A2, A1B e B1, mostradas como continuações das simulações do século XX. A linha alaranjada representa o experimento em que as concentrações foram mantidas constantes nos valores do ano 2000.

Fonte: FBMC, 2010

Conforme sinaliza o quarto relatório do IPCC, as ligações entre as emissões de GEE, mitigação à mudança climática e desenvolvimento têm sido objeto de intenso estudo. Mais recentemente, as ligações entre adaptação às mudanças climáticas e desenvolvimento foram trazidas à luz. Como estas ligações tornaram-se aparentes, o termo "*mainstream*" surgiu para descrever a integração de políticas e medidas que abordam as mudanças climáticas em seu planejamento bem como nas tomadas de decisão setoriais. O benefício da integração poderá assegurar a sustentabilidade de longo prazo dos investimentos, bem como para reduzir a sensibilidade das atividades tanto para o clima de hoje como para o de amanhã. (BEG *et al.*, 2002; KLEIN, 2002; HUQ *et al.*, 2003.; OECD, 2005 *apud* IPCC, 2007a).

A *integração* é proposta como uma maneira de tornar mais eficiente e efetivo o uso dos recursos financeiros e humanos do que elaborar, implementar e gerenciar a política climática separadamente das atividades em curso. Pela sua própria natureza, a mitigação baseada na energia (por exemplo, conservação de energia e substituição de

combustível) pode ser eficaz somente quando integradas numa política de energia. No caso da adaptação, no entanto, esta ligação não parecia tão evidente até há pouco tempo. A integração se baseia na premissa de que a vulnerabilidade humana às mudanças climáticas é reduzida não somente quando a mudança climática é mitigada ou quando a adaptação aos impactos é bem sucedida, mas também quando as condições de vida daqueles que enfrentam os impactos são melhoradas (HUQ e REID, 2004 *apud* IPCC, 2007a)

Os dados apresentados mostram que as mudanças já estão em curso e que o processo de adaptação já se tornou fator imprescindível frente ao aquecimento global. Uma forma de aumentar a capacidade de adaptação é introduzir a variável dos impactos da mudança do clima nos planos de desenvolvimento. Medidas de adaptação no planejamento do uso da terra e nos projetos de infraestrutura poderiam ocupar espaço crescente nos novos projetos, assim como procedimentos para redução da vulnerabilidade nas estratégias existentes de redução dos riscos de desastres. (FBMC, 2010)

A adaptação às mudanças climáticas deve motivar o debate sobre o papel da hidroeletricidade no sistema interligado nacional. A construção de aproveitamentos hidroelétricos com capacidade de armazenamento, conforme exposto, pode servir como proteção aos intemperismos causados por eventuais eventos extremos, entretanto, permite ainda, que outras fontes renováveis, menos flexíveis, se insiram no sistema interligado nacional, garantindo o menor despacho das termoelétricas e promovendo consequentemente uma menor emissão de gases de efeito estufa otimizando os custos.

Face à esta situação, é necessário que os processos de planejamento e de tomada de decisão, no que concerne aos problemas da água, se aperfeiçoem, sejam confiáveis e melhor aceitos na escala nacional e regional das bacias. Para tanto, necessita-se de um reforço de cooperação no plano regional e mundial, essencialmente nos domínios da coleta e difusão dos dados e informações. A comunidade mundial não poderá dispensar uma cooperação em relação às enchentes, às secas e às outras catástrofes naturais, se quiser reduzir, ou atenuar e, em alguns casos, prevenir, os efeitos catastróficos naturais.

Conforme apresentamos, há um esforço de pesquisa e desenvolvimento nos setores de energia, água e clima, entretanto, transparece a necessidade de uma ação coordenada para unir esforços em torno da questão dos impactos, vulnerabilidades e adaptação, concentrando recursos dos fundos setoriais muito dispersos.

Medidas de adaptação do sistema hidroelétrico brasileiro e dos usos da água aos riscos de mudanças climáticas globais (SOITO e FREITAS, 2011)

Dada as incertezas dos modelos climatológicos atuais para prever as precipitações futuras nas bacias hidrográficas brasileiras, as recomendações aqui presentes, são, sobretudo, concentradas na redução da vulnerabilidade já existente para expansão e manutenção da geração da energia hidráulica no país.

1. Conflitos entre energia hidroelétrica e demais usuários de recursos hídricos

A ocorrência mais frequente e com maior intensidade de eventos extremos, como secas e cheias, deverá aumentar o conflito entre usuários da água nas diversas bacias hidrográficas brasileiras. Com relação especificamente aos empreendimentos hidroelétricos, a expansão da demanda por recursos hídricos – em valores absolutos e em sua diversidade – exigirá um conhecimento mais profundo da área onde eles atuam, um acompanhamento permanente das condições de geração e não apenas no sítio da usina e no entorno do reservatório. Os balanços hidrológicos deverão ser mais precisos, os levantamentos dos impactos econômicos e ambientais terão de ser mais detalhados, enfim, tende a aumentar a responsabilidade social da usina perante a comunidade ribeirinha e os demais usuários. O desafio na geração hidrelétrica é integrar em seu planejamento e operação aos novos temas – e, portanto, novas competências – muitas vezes de natureza bastante distintas.

A implantação de empreendimentos hidrelétricos deve contar com a avaliação e respaldo de um comitê de bacia hidrográfica, que deve disciplinar a negociação entre os diversos agentes e usuários da água envolvidos.

2. Conflitos entre energia hidroelétrica e demais usuários do solo

O crescimento demográfico e a expansão da ocupação ordenada e desordenada do território brasileiro tende a ampliar o número de atingidos pelos empreendimentos hidrelétricos, e assim, ganhar apoio político para suas reivindicações, o que torna a

viabilização e execução do projeto uma etapa extremamente crítica. Isso porque depende, não só de financiamento de longo prazo, mas também de negociações cada vez mais demoradas, com custos de transação mais elevados e com menores garantias de êxito. Urge uma revisão das leis que definem os critérios de compensação financeira dos empreendimentos hidrelétricos. A título de exemplo, hoje não está previsto o ressarcimento de populações e municípios à jusante do barramento, além de grupos populacionais específicos, como os povos indígenas.

3. Gestão múltipla e integrada dos reservatórios

O aumento da frequência e da intensidade dos eventos extremos, como os fenômenos de aquecimento anômalo dos Oceanos Pacífico (*El Nino*) e Atlântico, necessitaram de uma gestão mais abrangente dos reservatórios, que não só a otimização da geração hidráulica, reduzindo os impactos negativos e ampliando os benefícios para a bacia e para os demais usuários, decorrente tanto da decisão de instalar uma usina, quanto da gestão do reservatório da usina. Alguns custos sociais acabarão sendo internalizados pelos geradores por imposição do poder público, seguindo uma tendência já observada no plano internacional e nacional. Assim, deverão aumentar os investimentos em atividades antes marginais, como a conservação da cobertura vegetal, a regularização da vazão dos rios e seus afluentes, o controle de despejo de efluentes, a aquisição de informações hidrológicas e a ordenação do uso dos solos na bacia hidrográfica.

4. Reservatórios de regularização e o Controle de Cheias

A operação hidráulica dos sistemas de reservatórios sempre é direcionada para a otimização energética e para o atendimento dos usos múltiplos da água. Além de beneficiar os demais usuários da água, como o abastecimento de água, a navegação e a agricultura, os reservatórios de acumulação são importantes para o controle das cheias. Assim, preserva-se as cidades à jusante do empreendimento.

Do ponto de vista da otimização energética, a existência de reservatórios de acumulação propicia trocas energéticas importantes entre regiões do país, possibilitadas através do Sistema Interligado Nacional., conforme ilustrado na figura 99 abaixo.

Legenda			
SE/CO	Sudeste/Centro-Oeste	IT	Itaipu
S	Sul	AC/RO	Acre/Rondônia
NE	Nordeste	BM	Belo Monte
N	Norte	TP	Teles Pires/Tapajós
MAN/AP	Manaus/Amapá	IMP	Imperatriz
IV	Itaiporé		

Figure 99: Expansão Licitada e Planejada das Linhas de Transmissão do SIN

Fonte: EPE, 2010

O Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS encaminha, anualmente, o Relatório de Regras para Operação de Controle de Cheias para cada um dos sistemas de reservatórios incluídos no Planejamento Anual de Prevenção de Cheias - PAPC à Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e à Agência Nacional de Águas - ANA para avaliação e depois o disponibiliza para os agentes de operação. O PAPC é resultado do estudo de prevenção de cheias em sistemas de reservatórios, em que são determinados os recursos físicos, denominados volumes de espera, para o controle de cheias. Esses recursos são parte dos volumes úteis dos reservatórios, abaixo dos níveis máximos operativos normais, a serem utilizados no controle de cheias. A alocação dos volumes de espera nos reservatórios de aproveitamentos hidroelétricos pode gerar impactos na operação energética do SIN, visto que restringe a capacidade máxima de

armazenamento dos reservatórios. Estes volumes dependem de restrições impostas muitas vezes por ocupações irregulares em calhas de rio a jusante dos aproveitamentos. A cada ano, apesar do impacto na operação energética, estas restrições são reavaliadas.

4.1. Interligação Norte-Sul

Até 1998, o Sistema Elétrico Brasileiro foi constituído por dois subsistemas, o Norte/Nordeste e o Sul/Sudeste/Centro-Oeste, que operavam separadamente até a entrada em operação do primeiro circuito da Interligação Norte-Sul, formando o Sistema Interligado Nacional (SIN). Atualmente, esta interligação é formada por três circuitos em 500 kV, sendo dois circuitos desde a SE Imperatriz até Serra da Mesa e um circuito desde Itacaiúnas até Serra da Mesa. Os estudos de expansão da geração indicam requisitos de ampliações da capacidade de intercâmbio entre as regiões Norte e Sudeste/Centro Oeste, cujas alternativas de expansão da transmissão, contemplando inclusive a influência da conexão do AHE Belo Monte na região Norte, estão atualmente em análise pela EPE.

5. Novos arranjos institucionais e regulatórios para geração energia hidráulica

A redução da vulnerabilidade dos empreendimentos hidráulicos passa, sobretudo, por um maior aceite dos mesmos pela sociedade. É importante constatar que a complexidade dos projetos mais recentes já é superior ao que se observava até a década de 1980, em decorrência essencialmente das alterações na legislação. Hoje, são numerosos os arranjos institucionais e articulações políticas que precedem a tomada de decisão de investir na construção de uma usina hidroelétrica ou uma grande central de geração térmica. As autorizações devem ser obtidas em órgãos de regulação do setor elétrico, hídrico e ambiental, além dos acordos com governadores, prefeitos e associações de moradores locais. Os atuais marcos regulatórios não somente exigem sucessivas licenças ambientais, concessões de exploração do potencial hidráulico e outorgas de uso da água, mas também impõem taxas pelo uso, consumo e descarga, assim como obrigações quanto à obtenção e fornecimento de informações hidrológicas. Não é por menos que, dos vários projetos em carteira no setor elétrico, poucos foram

aqueles que não foram cancelados, postergados, ou reformulados na década de 1990. De forma geral, deve-se promover um arcabouço legal estável e previsível no funcionamento da Justiça e dos órgãos de licenciamento ambiental. Não se está propondo novos instrumentos legais, mas aperfeiçoar a informação que orienta a tomada de decisão sobre a viabilidade ambiental de empreendimentos. Esse debate requer o envolvimento direto da comunidade científica, além dos segmentos técnicos e jurídicos participantes da gestão ambiental no Brasil.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Agência Nacional de Águas (ANA) publicaram em outubro de 2010, no Diário Oficial da União, a Resolução Conjunta nº. 003, que amplia o escopo de monitoramento dos recursos hídricos do país. A Resolução Conjunta nº. 003 estabeleceu, dentre outras providências, as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos. Essa foi a primeira norma conjunta entre agências reguladoras. Além dos parâmetros definidos na antiga Resolução 396/1998 que foi revogada, serão verificados o nível de sedimentação dos lagos e a qualidade de água utilizada nos empreendimentos hidrelétricos. Outras inovações incluídas na resolução permitirão o envio constante e remoto de informações à ANA, responsável pelo gerenciamento dos dados. Assim, a fiscalização das agências poderá atuar de forma mais eficiente. As concessionárias e agentes autorizados de geração abarcados pelo presente normativo terão que enviar à Agência Nacional de Águas (ANA) o relatório anual até 30 de abril do ano seguinte, de acordo com modelo definido por essa Agência.

6. Oportunidades tecnológicas e econômicas à geração de energia elétrica

A redução da vulnerabilidade de geração do sistema elétrico passa fortemente pela integração com outras fontes de energia e empreendimentos em diversas escalas. Ou seja, um desafio adicional a ser considerado diz respeito às mudanças ocorridas na própria indústria de geração elétrica, no plano tecnológico e no plano econômico. Paradigmas técnico-econômicos foram fortemente contestados, como por exemplo, o das grandes usinas, e novas oportunidades de negócio surgiram na instalação e operação

de pequenas unidades de geração. Proliferam as pequenas usinas colocadas em córregos e quedas d'água, o aproveitamento de resíduos da biomassa, as fazendas de geração eólica nas regiões costeiras e as turbinas derivadas da aviação, abastecidas por gás natural, e que podem ser instaladas em prédios urbanos. O impacto econômico foi quase imediato: menos dependentes dos ganhos de escala, as novas tecnologias de geração viabilizaram o ingresso de novos produtores melhorando significativamente as condições de concorrência. Movimento esse que foi reforçado pela ampla desregulamentação dos serviços de infraestrutura nos países industrializados e em desenvolvimento. Nesse cenário completamente remodelado, entre os atores mais importantes incluem-se alguns grandes grupos multinacionais, que se baseiam na escala planetária de suas operações, assim como nas crescentes economias de envergadura (ou escopo) que surgem entre os diferentes setores de infraestrutura. Mas, são os novos atores que se destacam, são empresas e conglomerados de dimensão regional e local, que ingressaram na geração incentivados pela disponibilidade de unidades menores, que podem ser localizadas próximas aos centros de consumo, construídas mais rapidamente e em módulos, bastante flexíveis na operação e que podem funcionar apenas nos horários de pico. A favor desses empreendimentos estava também a pressão pela rentabilidade advinda da especulação acionária nas Bolsas de Valores do mundo, durante a década de 1990. No setor de infraestrutura e particularmente na geração de energia, o *leit motiv* passou a ser a rapidez do retorno e a mitigação dos riscos, o que se coaduna perfeitamente com a filosofia e a estrutura de custo dos novos projetos.

7. Integração energética com países vizinhos

7.1. Estado Atual

Além da Hidrelétrica binacional de Itaipu, envolvendo Brasil e Paraguai, a configuração atual contempla interligações do Brasil com Argentina, Uruguai e Venezuela.

Com a Argentina, o Brasil possui duas interligações elétricas, ambas feitas através de conversoras de frequência 50/60 Hz, tipo *back-to-back*. A primeira conversora, de potência igual a 50 MW, situa-se na cidade de Uruguaiana, Brasil, e a segunda conversora, com potência de 2200 MW, situa-se na cidade de Garabi, na Argentina.

A interligação Brasil–Uruguai existente é realizada através de uma conversora de frequência 50/60 Hz, *back-to-back*, de potência 70 MW, localizada em Rivera (Uruguai) e a interligação do Brasil com a Venezuela é realizada através das subestações de Boa Vista no Brasil e El Guri na Venezuela, tendo o sistema capacidade de 200 MW.

7.2. Possibilidades de Integração

O Brasil vem buscando estabelecer acordos com os países fronteiriços visando a integração energética regional. À medida que estes acordos vão se concretizando, os projetos passam a incorporar os estudos de planejamento da expansão da oferta do setor. Dentre eles, destacam-se os seguintes projetos:

• Usina de Inambari, com cerca de 2 GW, cuja conclusão do estudo de viabilidade está prevista para 2011. O Peru tem potencial hidráulico estimado entre 6 e 7 GW (EPE, 2010)

• Hidrelétrica Cachoeira Esperança, com 800 MW, a ser implantada em território boliviano, entre Inambari (Peru) e as usinas brasileiras do rio Madeira (Santo Antônio e Jirau, no Brasil)

• Usinas de Garabi e Panambi, empreendimentos binacionais situados no rio Uruguai, entre Brasil e Argentina, em fase final de inventário e com capacidades instaladas de referência de 1.137 MW e 985 MW, respectivamente. Atualmente estão sendo definidos os parâmetros para a contratação dos estudos de viabilidade.

Estão sendo também realizados estudos de inventário hidrelétrico na Guiana, cujo potencial é de cerca de 7,5 GW, podendo ser negociada a construção de uma ou duas hidrelétricas neste país para importação de parte da energia elétrica a ser produzida. (EPE, 2010)

É fundamental que as possibilidades de integração regional sejam avaliadas, seja através de novas usinas hidrelétricas, seja através de novas linhas de transmissão. Entretanto, cumpre lembrar que para a construção de usinas hidrelétricas em bacias transfronteiriças, como no caso do rio Madeira, é necessário que se invista em estações de monitoramento e se crie mecanismos de compartilhamento de dados hidrológicos.

Considerações Finais

As usinas hidrelétricas no Brasil contribuem com 76,9% de toda a energia elétrica gerada no país. Apesar da grande participação da hidroeletricidade, a região Norte do país ainda dispõe de um grande potencial hidráulico a ser aproveitado, principalmente na bacia Amazônica. É muito provável que, em função de crescentes restrições ambientais, as futuras usinas, principalmente aquelas da região Centro-Oeste e Norte sejam construídas sem reservatório. Como o sistema brasileiro tem grande capacidade de armazenagem e sendo mantido o papel integrador do sistema de transmissão, essa limitação pode ser contornada. Os reservatórios do sudeste ainda poderão exercer o papel de reservatório virtual dessas usinas a fio d' água, entretanto, haverá a necessidade de uma maior participação de térmicas flexíveis. Ressalta-se, ainda, que pelo fato das usinas a fio d'água não possuírem reservatórios e portanto capacidade de regularização da vazão dos rios, não podem contribuir para mitigar o problema de enchentes.

No período entre 1997 e 2000, o sistema hidrelétrico brasileiro perdeu sua capacidade de reserva plurianual em razão da implantação do novo modelo proposto para o setor elétrico e consequente falta de construção de novas usinas. Os reservatórios existentes foram, então, sendo esvaziados gradativamente, até que no verão de 2000/2001, o país precisou racionar energia. Houve, então, extraordinária adesão e colaboração da sociedade, que trouxe sobra de energia elétrica no mercado, em razão da redução da demanda nacional e, ainda, um grande aprendizado para o país. Neste período, o planejamento do setor elétrico brasileiro sofreu uma séria descontinuidade nos estudos de inventário.

Mudanças regionais e globais, como transformações no uso do solo e a interferência das mudanças climáticas, com alterações na temperatura e nos regimes das chuvas, impõem a realização de estudos de previsão e avaliação da vulnerabilidade climática ao setor de geração de energia elétrica, com destaque para a avaliação das vazões afluentes aos reservatórios hidrelétricos por meio da previsão climática e hidrológica, fundamentais na definição de cenários nos quais os riscos hidrológicos e, portanto, energéticos podem ser conhecidos antecipadamente.

Dada a importância da hidroeletricidade na matriz elétrica brasileira, deve-se buscar ampliar o conhecimento do potencial hidráulico nacional e, também, nos países fronteiriços de forma a propiciar ganhos mútuos e sinérgicos na implantação de novas

usinas. A realização de estudos conjuntos de inventário e de viabilidade de bacias transfronteiriças deve ser estimulada. Pôde-se perceber que, como fonte de informações, apenas o SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidráulico, da Eletrobrás, apresenta uma avaliação integral do território nacional. Grande parcela desse potencial está localizado na Amazônia e os principais empreendimentos previstos na região estão localizados nos rios Madeira, Xingu e Tapajós.

Do exposto, a implantação das hidroelétricas no Brasil deve buscar o equilíbrio entre a produção de energia e os aspectos socioambientais e de usos múltiplos dos recursos hídricos.

Neste sentido, é importante destacar algumas características da energia hidrelétrica no Brasil:

- Caráter sazonal do insumo hídrico;
- Grande crescimento do consumo de energia, sobretudo na região Nordeste;
- Localização das novas plantas hidrelétricas longe dos centros de consumo e com condicionantes ambientais mais severas;

Não obstante os avanços obtidos na visão socioambiental dos empreendimentos, o remanejamento de pessoas ainda é tratado, em várias empresas, pelas áreas de patrimônio imobiliário, e não segundo uma visão mais ampla, envolvendo as áreas de meio ambiente. Por outro lado, a necessidade de inserção regional tem se mostrado a questão mais controversa enfrentada atualmente pelo setor elétrico. Nas áreas mais pobres do país, as empresas de geração hidrelétrica não raro são vistas pela população como o próprio Estado. O hospital montado para atender aos funcionários da usina hidrelétrica de Paulo Afonso (BA), por exemplo, tornou-se o grande centro de referência de atendimento público de saúde da região do rio São Francisco. Essa simbiose entre empresa de energia e poder público resultou em dificuldades, na maioria das concessionárias, em traçar programas de inserção regional que fujam do caráter paternalista e de ações políticas locais dos municípios onde estão localizadas as usinas. Ressalta-se, ainda, que as prefeituras passaram a receber, nos últimos 20 anos, os recursos financeiros oriundos das compensações financeiras pelo uso dos recursos hídricos, entretanto, raramente investem estes recursos em estratégias vinculadas ao trato do meio ambiente.

Algumas lições foram apreendidas, quais sejam:

- Futuros projetos hidrelétricos devem ser implantados, incluindo, desde sua concepção, objetivos de desenvolvimento regional e local, não se limitando à

geração de energia elétrica para empreendimentos com benefícios externos à região;

- Para a implantação de novos empreendimentos hidrelétricos deve ser efetuada previamente, a revisão dos estudos de inventário hidrelétrico de toda a bacia, contemplando além da participação da queda, a avaliação dos impactos sociais e ambientais decorrentes.
- A importância de um processo de avaliação prévia dos impactos ambientais de diversas alternativas exige a criação e aperfeiçoamento de novos mecanismos de participação pública em todas as etapas do projeto de grandes barragens;
- A implantação de empreendimentos hidrelétricos deve contar com a avaliação e respaldo de um comitê de bacia hidrográfica, que deve disciplinar a negociação entre os diversos agentes e usuários da água envolvidos;
- Devem ser objeto de revisão legal os critérios de definição da área diretamente impactada pelos empreendimentos hidrelétricos, com direito à compensação financeira, não se restringindo ao percentual de área inundada, e a criação de mecanismos de controle social da destinação e aplicação dos recursos financeiros;
- A incerteza científica sobre a magnitude e a relevância dos impactos e riscos ambientais do empreendimento, deve suscitar a adoção do "princípio de precaução" ao longo de todas as etapas de planejamento, construção e operação do projeto;
- O reconhecimento por parte do empreendedor que os movimentos sociais são interlocutores legítimos na definição das políticas públicas e na tomada de decisão que afetam o seu modo de vida;
- Necessidade de garantir o acesso às informações técnicas, em linguagem apropriada para domínio público referente ao projeto e os impactos associados;
- Necessidade da criação de canais permanentes de comunicação entre o empreendedor e as comunidades atingidas pelo empreendimento ao longo de todo o ciclo do projeto;
- Promoção de ações de desenvolvimento integrado das áreas rurais com ênfase em projetos de energia renovável e de melhoria da qualidade de vida da população, considerando a facilidade ao acesso aos benefícios dos

empreendimentos pelas populações urbanas e baixos índices de atendimento às zonas rurais na Amazônia;

- As lições aprendidas devem ser aproveitadas no planejamento, construção e operação de novos projetos hidrelétricos na Amazônia para que estes possam contribuir de fato para o desenvolvimento sustentável e participativo da região e do país.

A Água, além de possuir um valor socioambiental, também se configura como um elemento estruturante para a implementação de políticas públicas, tais como geração de energia elétrica, saneamento, irrigação dentre outras.

A hidroeletricidade tem estreito vínculo com água e clima, ficando sujeita à variabilidade climática, entretanto, se houver reservatório de regularização, a água pode funcionar com *hedge* aos riscos hidrológicos e mesmo contra o risco de grandes variações nos preços dos combustíveis usados nas termoelétricas. Entretanto, verifica-se uma crescente mobilização contra os grandes reservatórios, levado a algumas restrições em seu uso. É preciso que o governo negocie democraticamente com os movimentos ambientalistas. Em que pese a importância da hidroeletricidade no Sistema Interligado Nacional (SIN), a geração distribuída e a autoprodução de energia elétrica devem ser estimuladas. Há ainda que se considerar a necessidade de uma política energética voltada também para o lado da demanda, visando ao aumento da eficiência dos equipamentos e à racionalização do seu uso, mesmo no setor residencial, sem com isso negar o direito da população mais pobre aumentar seu consumo.

Deve-se, portanto, investir na investigação das vulnerabilidades energéticas e climáticas do Brasil e preparar a adaptação para as possíveis consequências econômicas, ambientais e sociais. Em um cenário de incertezas, o desconhecimento é a vulnerabilidade maior.

O grande problema do país não é mais o cerceamento da liberdade pela ditadura militar, nem o controle da inflação, mas a construção de um novo projeto de país. Muito se avançou, mas há ainda muitas questões em aberto. Há questões transversais, como ciência, tecnologia, educação e meio ambiente que estão no cerne dos grandes temas nacionais.

Em linhas gerais, deve haver um esforço nacional para tornar o Brasil menos desigual e mais inclusivo, com mais oportunidades que permitam a todos o exercício da cidadania nas suas mais variadas faces.

Nesse contexto, a questão educacional assume uma profunda importância, repercutindo diretamente na capacidade de inserção econômica e social do brasileiro. Ademais, possibilita a formação humanística, que promove o enriquecimento cultural e os valores da cidadania.

É tempo de mudanças, de respeito ao planeta, de respeito ao outro, de inovação ética, e cada um de nós tem seu papel neste contexto.

Referências Bibliográficas

ABRH. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS. Curso ADCP - Acoustic Doppler Current Profiler. São Paulo : ABRH, Outubro de 2008.

ACEITUNO, P. On the functioning of the southern oscillation in the south American sector: surface climate. Monthly Weather Review, n. 116, p. 505-524, 1988.

ALMEIDA, C.O; BACHA, C.J.C. Evolução da política cambial e da taxa de câmbio no Brasil, 1961-1971. PESQUISA & DEBATE, SP, volume 10, número 2 (16), 5-29, 1999

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. A Evolução da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília : ANA, 2002. 64 p.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Plano Nacional de Recursos Hídricos: Documento Base de Referência – Minuta. Brasília : MMA/ANA, 2003

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Aproveitamento do Potencial Hidráulico para Geração de Energia Elétrica. Brasília: ANA, 2005 Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Apresentacoes/APPotencialHidEnergElet.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2008.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil - Cadernos de Recursos Hídricos**.** Brasília : ANA**,** 2005a

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos - Cadernos de Recursos Hídricos. Brasília : ANA, 2005b

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Brasília: ANA, 2005c. Disponível em: <www.ana.gov.br/Destaque/Boletim_Amazonas_19out/2005> Acesso em: 14 de janeiro de 2010.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE AGUAS. Resolução ANA nº 555/2006. Brasília: ANA, 2006a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/DHJirau.pdf> Acesso em: 30 de outubro de 2008

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE AGUAS. Resolução ANA nº 556/2006. Brasília: ANA, 2006b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/DHSto_Antonio.pdf> Acesso em: 30 de outubro de 2008

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Superintendência de Usos Múltiplos. Apresentação Joaquim Gondim. XI Congresso Brasileiro de Energia. MMA/ANA, 2006c

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE AGUAS. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em CD. 2007a

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE AGUAS. GEO Brasil Recursos hídricos: Resumo Executivo. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA/ANA, 2007b. 60p.: il. Disponível em: <http://www.ana.gov.br> . Acesso em: 10 de janeiro de 2009.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2007c. Disponível em: < http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 10 de março de 2007.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2007d. Banco de Dados Georeferenciados da ANA.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2009. ISBN: 978-85-89629-48-5. Brasília : ANA, 2009a. 204p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/Catalogo_imgs/2009/20090417_Conjuntura_dos_recursos_hidricos_no_Brasil_2009.pdf>. Acesso em: 19 de julho de 2009.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos. Superintendência de Gestão da informação. Apresentação de Maurício Cezar Rebello Cordeiro. 29 de Junho de 2009b. Disponível em: <http://www.cnarh.ana.gov.br/_.../20090716_SNIRH_Modulo_de_Regulacao_de_Uso.ppt> Acesso em 12 de maio de .2011.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2011. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx> Acesso em: 03 de abril de 2011.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2011a. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/projetos/GEFAmazonas.aspx> Acesso em: 10 de abril de 2011.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2011. Brasília : ANA, 2011b. 112 p. : Il. ISBN 978-85-89629-73-7. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/ Acesso em: 17 de maio de 2011.

ANDRADE, C. D.., 2008. Análise Pluviométrica da Bacia Transfronteiriça do rio Madeira.. Dissertação. M.Sc. em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ANEEL . AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Contrato de Concessão de Geração nº 008/2004 – ANEEL – UHE Itupararanga. Processo nº 00000.700613/74-07. Brasília: MME/ANEEL, 2004

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Cadernos Temáticos ANEEL. Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos para Geração de Energia Elétrica. Brasília : ANEEL, 2005. 33p. : il. (Cadernos Temáticos ANEEL; 2)

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Brasília: ANEEL, 2011. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=671&idPerfil=2> Acesso em: 17 de junho de 2011

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Brasília: ANEEL, 2011a. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=8&idPerfil=3 Acesso em 19 de março de 2011

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Brasília: ANEEL, 2011b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=4421&id_area=90> Acesso em: 01 de agosto de 2011.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Brasília: ANEEL, 2011c. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=75&idPerfil=6 Acesso em: 01 de agosto de 2011.

ASUNCION, M. El cambio climático es una realidad que ya ni los más escépticos se atreven a cuestionar. 21 de junho de 2006.

BABY, P., ROCHAT, P., MASCLE, G., HÉRAIL, G. Neogene shortening contribuition to crustal thickening in the back arc of the Central Andes. Geology 25: 883-886, 1997

BANCO MUNDIAL. Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil. Uma contribuição para o Debate. Relatório Principal. Relatório nº 40995-BR. 28 de março de 2008.

BANDEIRA, F. P. M. Análise das Alterações Propostas para o Modelo do Setor Elétrico Brasileiro. Câmara dos Deputados. Consultoria Legislativa. Relatório Área XII. Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos. Brasília : Agosto de 2003

BARÃO. M. A., 200. Avaliação crítica do licenciamento ambiental como ferramenta para o desenvolvimento sustentável – estudo de caso do setor hidrelétrico. Dissertação. M. Sc. em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Universidade Federal do Paraná, PR, Brasil

BARRAQUÉ, B. Las políticas del Agua en Europa a partir de la Directiva Marco del Agua. In: Ingeniería del Agua. Volume 10, nº 3, p. 281-292. 2003.

BARROS, A. M. A. B. e BARROS, A.B. A difícil aplicabilidade da política de águas no brasil. Revista Científica Internacional. Indexada ISSN 1679-9844. Ano 2 – nº 7. Maio/Junho de 2009

BASTOS, P. P. Z. A Construção do Nacional-Desenvolvimentismo de Getúlio Vargas e a Dinâmica de Interação entre Estado e Mercado nos Setores Base. Economia, Selecta, Brasília (DF), v.7, n.4, p.239–275, dezembro 2006

BERGER, T.; MENDOZA, J.; FRANCOU, B.; ROJAS, F.; FUERTES, R.; FLORES, M.; NORIEGA, L.; RAMALLO, C.; RAMIREZ, E. and BALDIVIESO, H. Glaciares Zongo – Chacaltaya – Charquini Sur – Bolivia 16°S. Mediciones Glaciologicas, Hidrologicas y Meteorologicas, Ano Hidrologico 2004-2005. Informe Great Ice Bolivia, IRDIHH- SENMAHI-COBEE, 171. 2005

BNDES. BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. 2011. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/O_BNDES/A_Empresa/historia.html> Acesso em: 10 de maio de 2011

BRAGA, B. e REBOUÇAS, A. C. Águas Doces no Brasil. Capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 2002, 703p

BRASIL. II PLANO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO (1975-1979). Brasília: Imprensa Oficial. 1974

BRASIL. Senado Federal. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, 1988.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Comunicação Social. Garantia de oferta, visão inovadora e oportunidades de investimentos. 2009. Disponível em: < http://www.cop15brasil.gov.br/pt-BR/util/docs/Energia%20no%20Brasil_PT.pdf> Acesso em: 07 de abril de 2010.

BRASIL. EM nº 00093/MME/MP. Exposição de Motivos da Medida Provisória nº 145/2003. 10 de dezembro de 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Exm/2003/EMI-93-MME-MPO-03.htm> Acesso em: 29 de setembro de 2010.

CABRERA MARCET, E.; COBACHO, J. R.; ALMANDOZ, B. J.; CABRERA ROCHERA, E.; ARREGUI DE LA CRUZ, F. Gestión del Agua em Los Paises de la Union Europeia: Paradigmas del Norte y el Sur. In: III Congreso Ibérico sobre Géstion y Planificación del Agua, Sevilla, nov. 2002. Disponível em: <http://www.ita.upv.es/idi/fichaarticulo-es.php?id=169>. Acesso em: 03 de junho de 2009.

CABRERA MARCET, E.; CALVO-RUBIO, F. C.; EVANGELISTA, I. M. El água, una cuestión de Estado, perspectiva desde la Comunidad Valenciana. 2008. Disponível em: <http://www.ita.upv.es/descargacopy.php.> Acesso em: 10 de junho de 2009.

CABRERA MARCET, E. La Simplificación del Debate del Água. In: Levante EMV. 2008. Disponível em: <http://www.ita.upv.es/publicaciones/descargaarticuloprensa.php?id=111>. Acesso em: 04 de agosto de 2011.

CAMPAGNOLI, F. Implicações na alteração das regras operacionais de reservatórios hidrelétricos – Caso de Furnas (MG). Apresentação realizada na ANEEL. Brasília. Julho de 2005.

CAPES. COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Estudos de Desenvolvimento Regional - Territórios Federais. Série Levantamentos e Análises – 23. Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. CAPES. 1959

CAPOBIANCO, J. P. R.. Billings 2000: ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo: relatório do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período 1989-99. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2002.

CASTRO, N. J., 1985. O Setor de Energia Elétrica no Brasil: A Transição da Propriedade Privada para a Propriedade Pública (1945-1961). Dissertação. M. Sc. Instituto de Economia Industrial, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

CATÃO, A. L. O serviço público no Direito brasileiro. Breves comentários acerca de sua natureza jurídica. Jus Navigandi, Teresina, ano 7, n. 54, 1 fev. 2002. Disponível em: <http://jus.uol.com.br/revista/texto/2606>. Acesso em: 4 de agosto de 2011.

CAVALCANTE, F. E e SOITO, J.L.S. Apostila do Treinamento Básico em Energia Elétrica. Superintendência de Suprimentos. Furnas Centrais Elétricas S.A. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2003

CCPE. COMITÊ COORDENADOR DO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS. Comitê técnico para estudos sócio-ambientais. Resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica que estabelece os procedimentos de registro, elaboração e aprovação de estudo de inventário hidrelétrico de bacia hidrográfica - Análise dos Aspectos Ambientais. 2002. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Audiencia_Publica/audiencia_proton/2002/ap017/AP017_contr_CTSA_CCPE_Res.pdf >. Acesso em: 16 de agosto de.2011.

CDCC. CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL. Universidade de São Paulo – USP. 2011. Disponível em: < http://www.cdcc.usp.br/> Acesso em: 02 de fevereiro de 2011.

CE. Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. 23 de Outubro de 2000. Disponível em: <http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/D_Q.pdf> Acesso em: 10 e junho de 2011.

CEC. CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. Water-Energy Relationship Report. California, 2005. Disponível em: <http://www.energy.ca.gov/2005publications/CEC-700-2005-011/CEC-700-2005-011-SF.PDF>. Acesso em: 14 e Julho de 2011.

CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. O planejamento da expansão do setor de energia elétrica: a atuação da Eletrobras e do Grupo Coordenador

do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS) 1ª ed. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 2002. 540 p.; ISBN: 85-85147-53-9

CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. O Meio Ambiente e o Setor de Energia Elétrica Brasileiro. Coordenação Ligia Maria Martins Cabral. Rio de Janeiro: 2009.

CEPEL. CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas Edição 2007. Ministério de Minas e Energia. CEPEL. Rio de Janeiro: E-papers, 2007. 684p. : il. ISBN 978-85-7650-137-4

CEPEL. CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Seminário de Divulgação do Manual de Inventário Hidroelétrico Edição 2007. Ministério de Minas e Energia. CEPEL. Rio de Janeiro: 12 e 13 de dezembro de 2007a. Disponível em: < http://www.cepel.br/seminario/arquivos/apresentacoes12_12/Revisao%20do%20Manual%20de%20Inventario-Edicao%202007_12-12-2007.pdf> Acesso em: 18 de fevereiro de 2009

CEPEL. CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. 2011. Disponível em: <http://www.cepel.br/organizacao/historia.shtm> Acesso em: 22 de fevereiro de 2011

CETEM. CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. Informativo do Centro de Tecnologia Mineral. Ano IV. nº 1. Jan/Mar 2005.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2011. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=76> Acesso em: 2 de abril de 2011.

CCPE. COMITÊ COORDENADOR DO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS. Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Audiencia_Publica/audiencia_proton/2002/ap017/AP017_contr_CTSA_CCPE_Res.pdf > Acesso em 16.08.2011.

CLARKE, K.C. Getting Started with Geographic Information System, Upper Saddle River: Prentice-Hall, 353p. 2001.

COIMBRA, J. A. Apresentação Secretário-Executivo MME. V SISEE. Seminário Internacional do Setor de Energia Elétrica. Integração com Energia Renovável. Rio de Janeiro, 24 de Agosto de 2010

COMASE. COMITÊ COORDENADOR DAS ATIVIDADES DE MEIO AMBIENTE DO SETOR ELÉTRICO. Legislação de Interesse do Setor Elétrico: Nível federal/Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico. 3. Ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Eletrobrás. Departamento de Meio Ambiente. 2005

CORREIA, T.B.; MELO, E. e COSTA, A. M. Trajetória das Reformas Institucionais da Indústria Elétrica Brasileira e Novas Perspectivas de Mercado. Revista Economia. Setembro/Dezembro de 2006. Disponível em:< http://www.anpec.org.br/revista/vol7/vol7n3p607_627.pdf> Acesso em 20 de outubro de 2009

COSTA, F.S., RAUPP, I.P. , DAMÁZIO, J.M., PIRES, S.H.M., MEDEIROS, A.M. , DE MATOS, D.F., GARCIA, K.C., DA PAZ, L.R.L., MENEZES, P.C.P., DE SOUZA, S.A. e HINRICHSEN, A.C.P.A. SINV: Sistema para Estudos Energéticos e Socioambientais de Inventário Hidroelétrico – Uma aplicação. XI Simpósio de Especialistas em Planejamento da Operação e Expansão Elétrica. XI SEPOPE. Belém, 16 a 20 de Março 2009

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. 2009. Relatório da Cheia 2009. Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial. Departamento de Hidrologia.

CSN. COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. 2011. Disponível em: <http://www.csn.com.br> Acesso em: 29 de abril de 2011.

CURRAN, P.J. Remote Sensing Methodologies and Geography. Intl. Journal of Remote Sensing, 8:1255-1275. 1987

DAHLBERG, R.W. , JENSEN, J.R. Education for Cartography and Remote Sensing in the Service of an Information Society: The United States Case. American Cartographer, 13(1):51-71, 1986

D'ARAUJO, R. P.. O setor elétrico brasileiro – Uma aventura mercantil. 300 p. 1 ed. Confea. Brasília, 2009

D'ARAUJO, R. P. Apagão é somente uma das pontas do 'intrincado problema do setor elétrico". 2010. Disponível em: < http://www.correiocidadania.com.br/index.php?option=com_content> Acesso em: 20 de janeiro de 2010

DOUROJEANNI, A. Management procedures for sustainable development. Serie Medio Ambiente y Desarrollo n.3. Santiago, Chile: Economic Commission for Latin America and the Caribbean, United Nations, 1997. Disponível em: http://www.transboundarywaters.orst.edu/research/map_gallery/ Acesso em: 23 de abril de 2011.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Manual de Instruções para Estudos de Inventário de Bacia Hidrográfica para Aproveitamento Hidrelétrico. Diretoria de Planejamento e Engenharia, Departamento de Geração. Centrais Elétricas Brasileiras S.A – Eletrobrás. ENGEVIX, Setembro, 1977.

ELETROBRÁS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. Diretoria de Planejamento e Engenharia. Departamento de Recursos Energéticos. Rio de Janeiro: 1984. 360p.

ELETROBRÁS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Plano de Recuperação do Setor de Energia Elétrica (PRS). Ministério de Minas e Energia. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Rio de Janeiro: novembro, 1985.

ELETROBRÁS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Plano Diretor para Proteção e Melhoria do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico.

Ministério de Minas e Energia. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Rio de Janeiro: novembro, 1986

ELETROBRÁS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétrico. Ministério de Minas e Energia. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Rio de Janeiro : junho 1986.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010. Plano 2010. Relatório Executivo. Ministério de Minas e Energia. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Rio de Janeiro : dezembro de 1987.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/1993 - II PDMA. Ministério da Infraestrutura. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Rio de Janeiro: 1990.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. Centrais Elétricas Brasileiras SA – Eletrobrás. Rio de Janeiro: 1997.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Diretrizes para Estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas. Ministério das Minas e Energia. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobrás. Janeiro de 2000.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. Sistema de Informação do Potencial Hidráulico Brasileiro - SIPOT. Rio de Janeiro, 2011.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. 2011a. Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/Em_Biblioteca_40anos/interno_62-66.asp.> Acesso em: 12 de fevereiro de 2011.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. 2011b. Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/40anos/interno_62-66.asp.> Acesso em: 15 de fevereiro de 2011.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. 2011c. Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/40anos/interno_80-90.asp.> Acesso em: 15 de fevereiro de 2011.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. 2011d. Disponível em: < http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMIS187BD838PTBRIE.htm> Acesso em: 20 de março de 2011.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. 2011e. Disponível em: < http://www.eletrobras.gov.br/Em_Biblioteca_40anos/interno_54-61.asp?id> Acesso em: 01 de maio de 2011.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. 2011f. Disponível em: < http://www.eletrobras.gov.br/40anos/interno_73-79.asp?id> Acesso em: 12 de maio de 2011.

ELETROBRAS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. 2011g. Disponível em:< http://www.eletrobras.com/planodetransformacao/transformacao.htm> Acesso em: 12 de julho de 2011.

ELETRONORTE. CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S.A. Revista Corrente Contínua. Ano XXX – nº 218. Janeiro/Fevereiro de 2008. Disponível em: < http://www.eln.gov.br/opencms/export/sites/eletronorte/modulos/correnteContinua/arquivosCC/CC218.pdf> Acesso em: 28 de abril de 2010.

ELETRONORTE. CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S.A. Manual do Sistema de Gestão Ambiental – UHE Tucuruí. 24 de maio de 2010. Disponível em: < http://www.eln.gov.br/opencms/export/sites/eletronorte/pilares/meioAmbiente/sistemaGestao/MANUAL_DO_SISTEMA_DE_GESTxO_AMBIENTAL..pdf?> Acesso em: 10 maio de 2011.

EMAE. EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUAS E ENERGIA. Disponível em: <http://www.emae.sp.gov.br/henryborden.htm> Acesso em: 22 de março de 2011.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2011a. Disponível em:< http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/terra.htm> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2011b. Disponível em: < http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/aqua.htm> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.

UNIUBE. UNIVERSIDADE DE UBERABA. Apresentação sobre Geração de Energia. 2011.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. A Questão Socioambiental no Planejamento da Expansão da Oferta de Energia Elétrica. / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2006

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Brasília. Setembro de 2007. Disponível em: < http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Plano%20Nacional%20de%20Energia%20%E2%80%93%20PNE/Estudos_12.aspx?CategoriaID=346 > Acesso em: 14 de agosto de 2010

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Nacional de Energia 2030. Brasília: MME/EPE, 2008.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA Licenciamento Ambiental Prévio, de Instalação e Operação. Amilcar Guerreiro. FEMAE. Fórum Executivo de Meio Ambiente e Energia. São Paulo : 28 de setembro de 2009.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Metodologia de Cálculo da Garantia Física das usinas nº EPE-DEE-RE-099/2008 – r0. Brasília: MME/EPE, 2008

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2019. Brasília: MME/EPE, 2010. 2 v.: il.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Resenha Energética Preliminar. Junho de 2010a.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Planejamento Eletroenergético do Sistema Interligado Nacional e seus desafios. Colóquio 2010-2020: Uma década promissora para o Brasil? Apresentação de José Carlos de Miranda Farias. Diretor de Estudos de Energia Elétrica. 2010b.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2020. Brasília: MME/EPE, 2011a

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Informe a imprensa. Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2020. Matriz energética terá aumento de participação das renováveis nesta década . De acordo com o Plano Decenal, fontes alternativas (eólica, biomassa e pequenas hidrelétricas) dobrarão de tamanho no setor elétrico até 2020. Brasília: MME/EPE, Junho de 2011b

ESPINOZA. Apresentação Projeto Hibam. Peru, 2007

FAULHABER, P.. A história dos institutos de pesquisa na Amazônia. Estudos Avançados. [online]. 2005, vol.19, n.54, pp. 241-257. ISSN 0103-4014.

FBMC. FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Vulnerabilidade Climática. Cartilha sobre Clima e Energia. 2008. Disponível em: http://forumclima.org.br/index.php?option=com...id.> Acesso em: 19 de Novembro de 2009.

FBMC. FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas Globais. Curso de Capacitação. Módulo 4. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010.

FERREIRA, M. A. A. 2010. Metodologia para o rateio do bloco hidráulico no planejamento hidrotérmico de médio prazo. Dissertação. M.Sc. em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

FILHO, G.L.T.; VIANA, A.N.C.; CAETANO, G.T.; SANTOS, R.M. O Uso do ADCP em Pequenos e Medios Cursos d'agua. In: Grupo de trabajo sobre hidromecânica - 5ª Reunião, Montevidéu – Uruguai, 1999, 10p

FILIZOLA, N., FRAIZY, P., GUYOT, J. L., SEYLER, F., BABY, P., HERAIL, G. Fatores de Controle Atual da Erosão Fluvial nas Vertentes Amazônica, Paraguaia e do Altiplano nos Andes Bolivianos. IRD, Toulouse. 2005

FILIZOLA, N. Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica. In: RIVAS, A.; FREITAS, C. E. (Org.). Amazônia: uma perspectiva interdisciplinar. Manaus: Editora Universidade do Amazonas, 2002. p. 33-54.

FINEP. FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. Chamada pública MCT/FINEP/Ação transversal – Desenvolvimento de Aplicativos – SNIRH – 09/2004. Ministério da Ciência e Tecnologia. FINEP. Disponível em: < http://www.finep.gov.br//fundos_setoriais/acao_transversal/editais/Chamada_Publica_MCT_FINEP_Acao_Transversal_Desenvolvimento_de_Aplicativos_SNIRH_09_2004.PDF> Acesso em: 10 de novembro de 2006.

FIRMO, H. T. Instrumentos Econômicos para a Gestão da Água no Solo. In: Anais do 8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. São Paulo, Nov. 2007

FIRMO, H. T. e PINTO DE MOURA, G. N. Algumas Reflexões sobre Diretrizes Internacionais de Gestão da Água e a Experiência Brasileira. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, no prelo. 2009.

FIRMO, H.; HORA, M.; FREITAS, M. A. V.; SOITO, J. L. S.; STRASSER, M e COSTA, L. Hidro_Clim: Ferramenta para integração da gestão de recursos hídricos, potencial hidráulico e clima: o caso das bacias dos rios Tocantins e Madeira. XIV Congresso Mundial de Água. XIVth, 2011

FISCHER, P.F., LINDENBERG, R.E. On Distinctions among Cartography, Remote Sensing, and Geographic Information Systems, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 55(10):1431-1434, 1989

FOLHA DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/saopaulo/944645-datafolha-desvenda-o-misterio-das-multidoes-paulistanas.shtml> Acesso em: 13 de julho de 2011

FONSECA, P. C. D. e MONTEIRO, S. M. M.. O Estado e suas razões: o II PND. Revista Economia. Política. [online]. 2008, vol.28, n.1, pp. 28-46. ISSN 0101-3157.

FRANCOU, B. and VINCENT, C. Les glaciers a l'epreuve du climat. IRD/BELIN, Paris, 274 pp, 2006

FRANCOU, B.,M. VUILLE, P.WAGNON, J.MENDOZA and J.E. SICART. Tropical climate change recorded by a glacier of the centralAndes during the last decades of the 20th century*:* Chacaltaya, Bolivia, 16°S. *J. Geophys. Res.*, 108, 4154. 2003.

FRANCOU, B., P. RIBSTEIN, P.WAGNON, E. RAMIREZ E. POUYAUD. Glaciers of the tropical Andes: indicators of the global climate variability. Global Change and Mountain Regions: A State of Knowledge Overview, U.M. Huber, H.K.M. Bugmann and M.A. Reasoner, Eds., Advances in Global Change Research, Vol 23, Springer, Berlin, 197-204. 2005.

FREITAS, M., A., V., (Organizador). O estado das águas no Brasil, 2001-2002. Brasília DF, Agência Nacional das Águas, 2003, 514p.

FREITAS, M. A. V. Vulnerabilidade e impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos. In: POPPE, Marcelo Khaled; LA ROVERE, Emilio Lebre (Org.). Mudanças climáticas. Brasília: Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, Presidência da República, 2005. p.198-206. (Cadernos do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República-NAE, v. 1).

FREITAS, M. A. V. Vulnerabilidade climática e antrópica dos recursos hídricos da Bacia Amazônica. [S.l.: s.n.], 2006. 43 p. Nota técnica do Projeto Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do Rio Amazonas considerando a variabilidade e as mudanças climáticas - Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela. Brasília, PROJETO GEF AMAZONAS– OTCA/PNUMA/OEA; 2006, setembro, 43 pp.

FREITAS, M. A. V. e DUTRA, L. E. D. Hidreletricidade no Brasil: perspectivas de desenvolvimento e sustentabilidade. In: FREITAS, M. A. V. (Org.). O estado das águas no Brasil: 2001–2002. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003. p. 49-63.

FREITAS, M. A. V.; SOITO, J. L. S. Energia e recursos hídricos: vulnerabilidade, impactos e possibilidades de adaptação da geração de energia hidrelétrica no Brasil às mudanças climáticas globais. Parcerias Estratégicas/Centro de gestão e Estudos Estratégicos. Número 27. p. 177-215. Dezembro de 2008. ISSN 1413-9375

FREITAS, M. A. V.; SOITO, J. L. S. Energy and water resources: vulnerability, impacts and possibilities for adapting hydroelectric power generation in Brazil to global climate change. Center for Strategic Studies and Management. p. 165-201, November 2009a. ISBN. 978-85-60755-16-5.

FREITAS, M. A. V.; SOITO, J. L. S. Vulnerability to climate change and water management: hydropower generation in Brazil. WIT Transactions on Ecology and the Environment. ISSN 1743-3541(on-line), Vol. 124, p. 217-226, 2009b. DOI: 10.2495/RM090061

FREITAS, M. A. V. E DUTRA, L. E. D, (ed.). Estado das Águas no Brasil – 2001-2002 – Edição comemorativa do dia mundial da água. Agência Nacional de Águas – ANA; Secretaria Nacional de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente – SRH/MMA e Ministério do Meio Ambiente - MMA, Brasília, Brasil. 2003

FURNAS Centrais Elétricas; CNO – Construtora Norberto Odebrecht e PCE – Projetos e Consultorias de Engenharia. Inventário Hidrelétrico do Rio Madeira – Trecho Porto Velho – Abunã. Brasília, 2002

FURNAS. FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. 2005a. Apresentação Furnas. Brasília : Julho de 2005

FURNAS Centrais Elétricas; CNO – Construtora Norberto Odebrecht e Leme. 2005b. EIA/RIMA das Usinas Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau. Rio de Janeiro: 2005.

FURNAS. Revista FURNAS. Edição Especial – 50 Anos de FURNAS. Ano XXXIII. nº 337. Fevereiro 2007

FURNAS. FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. Relatório Socioambiental - O fio que nos Une. 2008.

FURNAS. FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa. Programa Brasileiro GHG Protocol. 2009.

FURNAS. FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. 2011. Disponível em: <http://www.furnas.com.br/historia/1957.htm> Acesso em: 03 de mar. 2011

FURTADO, C. O Brasil pós "milagre". Rio de Janeiro: Paz e terra, 1981.

GEF. GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY. 2011. Disponível em: <http://www.thegef.org/gef/whatisgef> Acesso em: 07 de julho de 2011.

GONÇALVES, H.C. Visão Estratégica para o Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Solo, Frente às Mudanças Climáticas e para o Desenvolvimento Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas. Projeto Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do Rio Amazonas. Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela. Projeto GEF Amazonas – OTCA/PNUMA/OEA. Relatório Final. Setembro de 2006

GOULDING, M; BARTHEM, R; FERREIRA, E. The Smithsoniam – Atlas of the Amazon. Smithsoniam Institution, ISBN 1-58834-135-6, Washigton, DC, 2003.

GUYOT, J.L. Hydrogéochimie des fleuves de l'Amazonie bolivienne, ORSTOM, Collection Etudes et Thèses, Paris, 1993, 259p.

GUYOT, J.L., CALLÈDE, J. ; COCHONNEAU, G. ; FILIZOLA, N. ; Guimarães, V. ; KOSUTH, P. ; MOLINIER,M.; DE OLIVEIRA E. SEYLER, S. ; SEYLER, P. Caractéristiques hydrologiques du bassin amazonien. Manaus. In : Hydrological and Geochemical Processes in Large Scale River Basins. Manaus, 1999.

HIBAM. HIDROLOGIA E GEOQUÍMICA DA BACIA AMAZÔNICA. 2007. Disponível em: <http://hibam.ana.gov.br/> Acesso em: 25 de maio de 2007.

HORA, M. A. G. M., 2008. Metodologia para a compatibilização da geração de energia em aproveitamentos hidrelétricos com os demais usos dos recursos hídricos. estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Tocantins. Tese. D. Sc. em Engenharia Civil. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2011. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/> Acesso em 15 de março de 2011.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2000. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2002. ISBN 85-240-0880-6 (CD-ROM)

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2011. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/indicadores.php> Acesso em: 20 de março de 2011.

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Key World Energy Statistics. 2010.

IIRSA. INICIATIVA PARA LA INTEGRACION DE LA INFRAESTRUCTURA. REGIONAL SURAMERICANA. 2006. Disponível em: <http://www.iirsa.org/index01.asp?CodIdioma=ESP> Acesso em: 20 de julho de 2006.

IJHD. World Atlas & Industry Guide. International Journal of Hydropower and Dams, Wallington, Surrey, 405 pp. 2010.

IMAGEM. 2009. Disponível em: < http://www.img.com.br/marketing/intersat/Conceitos_Imagens_Intersat.pdf> Acesso em: 30 de março de 2009.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Livro Branco da Grilagem de Terras. 2004. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=111&Itemid=140> Acesso em: 11 de abril de 2010.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Resumo das atividades do incra – 1985 / 1994. 2011. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/portal/index.php> Acesso em: 10 de junho de 2011

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite. 2002. Disponível em: <http://www.inpe.br/Informacoes_Eventos/amz2000_2001/Capa.htm.> Acesso em: 15 de março de 2002

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. CPTEC/INPE. 2005. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/clima> Acesso em: 19 de outubro de 2005.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Sistema de Detecção e Desmatamento em tempo Real. MCT/INPE. 2011. Disponível em: < http://www.geoma.lncc.br/pdfs/tempo_real.pdf> Acesso em: 02 de junho de 2006.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change, 2001. Working Group II : Impacts, adaptation and vulnerability. [S.1.]: Oxford press, 2001.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC. Bilan 2001 des changements climatiques : rapport de synthèse. Genebra: OMM: PNUMA, 2003.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Rosenzweig, C., G. Casassa, D.J. Karoly, A. Imeson, C. Liu, A. Menzel, S. Rawlins, T.L. Root, B. Seguin, P. Tryjanowski, 2007a: Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 79-131.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Freshwater resources and their management. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007b. 155 p.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2011: SRREN - Special Report on Renewable Energy Sources. Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group III. Maio de 2011.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Boletim de Política Industrial nº 14. Agosto de 2001.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. Teoria da contabilidade. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

IVIG. INSTITUTO VIRTUAL INTERNACIONAL DE MUDANÇAS GLOBAIS. 2009. Atlas Sóci-Água Brasil. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

IVIG. INSTITUTO VIRTUAL INTERNACIONAL DE MUDANÇAS GLOBAIS. Projeto de P&D desenvolvido por Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais e FURNAS Centrais Elétricas. Relatório 1. Contrato nº 18.276. 2009a. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

IVIG. INSTITUTO VIRTUAL INTERNACIONAL DE MUDANÇAS GLOBAIS. Projeto de P&D desenvolvido por Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais e FURNAS Centrais Elétricas. Relatório de Atividades 1. Contrato nº 18.276. 2009b. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

IVIG. INSTITUTO VIRTUAL INTERNACIONAL DE MUDANÇAS GLOBAIS. Projeto de P&D desenvolvido por Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais e FURNAS Centrais Elétricas. Relatório de Atividades 2. Contrato nº 18.276. 2009c. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

IVIG. INSTITUTO VIRTUAL INTERNACIONAL DE MUDANÇAS GLOBAIS. Projeto de P&D desenvolvido por Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais e FURNAS Centrais Elétricas. Relatório de Atividades 7. Contrato nº 18.276. 2011. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto. Uma Perspectiva em Recursos Terrestres/ John R. Jensen; tradução José Carlos Neves Epiphânio (coordenador)...*et. al*. São José dos Campos, SP : Parênteses, 2009

JORDAN, E. Die gletscher der bolivianischenAnden: eine photogrammetrischkartographische Bestandsaufnahme der Gletscher Boliviens als Grundlage fur klimatische Deutungen und Potential fur die wirtschaftliche Nutzung. (The glaciers of the Bolivian Andes, a photogrammetric-cartographical inventory of the Bolivian glaciers as a basis for climatic interpretation and potential for economic use.) Erdwissenschaftliche Forschung 23, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, 401 pp., 1991

LBA. PROGRAMA DE GRANDE ESCALA DA BIOSFERA-ATMOSFERA NA AMAZÔNIA. 2011. Disponível em: < http://lba.inpa.gov.br/lba/?p=oportunidade&t=0&s=4&lg=&op=2339> Acesso em: 30 de março de 2011.

KUNDZEWICZ, Z.W., L.J. MATA, N.W. ARNELL, P. DÖLL, P. KABAT, B. JIMÉNEZ, K.A. MILLER, T. OKI, Z. SEN and I.A. SHIKLOMANOV, 2007: Freshwater resources and their management. Climate Change 2007: Impacts,

Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173-210.

MACEIRA, M. E. P., SUANO, C. M., COSTA, J. P. da, Modelo Estratégico de Geração Hidrotérmica a Subsistemas Equivalentes – NEWAVE, Manual do Usuário, Relatório Técnico CEPEL 389/94, Rio de Janeiro, 1994.

MACHADO, L. Grandes Economistas XI: Raúl Prebisch e a contribuição da CEPAL. 2007. Conselho Federal de Economia. COFECON

MAGEE, B. História da Filosofia. 3ª edição. Edições Loyola, São Paulo, Brasil, Dezembro de 2001. ISBN: 85-15-01929-9

MAGRIN, G. *et al.* Latin America. In: PARRY, M. L. et al. (Ed.) Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. p.581-615.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 2010. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/institucional/ministerio.html> Acesso em: 15.02.2010

MARENGO, J. Variations and change in South American streamflow. Climate Change, n. 31, p. 99-117, 1995.

MARENGO, J e HASTENRATH, S. Case studies of the extreme climatic events in the Amazon basin. Journal of Climate, n. 6, p. 617-627, 1993.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Biodiversidade 26, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2006

MARENGO, J.A. Caracterização do clima no século XX e Cenário de Mudanças de Clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. CPTEC/INPE. Revista Multiciência. Campinas. Edição n.8. Mudanças Climáticas. Maio de 2007.

MASSON, C. G. M. J., 2005. Subsídios para uma Gestão dos Recursos Hídricos na Amazônia: Estudo de Caso da Bacia do Rio Madeira. Dissertação. M.Sc. em Planejamento Energético. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MATOS, P., 2002. Análise dos Planos de Desenvolvimento Elaborados no Brasil após o II PND. Dissertação. M. Sc. Escola Superior de Agricultura. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil.

MATTOS, R., CORREA, A.S. e GARCIA, R. A Gestão dos recursos hídricos, através de unidades de gestão, o caso da associação dos municípios do lago de Furnas – ALAGO. Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. 2004

MICHAELIS. Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. 1ª edição. 1998. ISBN 8506027594

MF. MINISTÉRIO DA FAZENDA. 2011. Disponível em: < http://www.fazenda.gov.br/portugues/menu/metas_inflacao.asp>. Acesso em: 8 de abril de 2011

MC. MINISTÉRIO DAS CIDADES. (2006) Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. Diagnóstico anual dos serviços de água e esgotos no Brasil. Brasília, MC, 2006. Disponível em: <http://www.pmss.gov.br/snis/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=71>. Acesso em: 01 de agosto de 2011.

CGEE. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Subsídios para uma agenda nacional de ciência, tecnologia e inovação relativa à vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima. Brasília, Novembro de 2009

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. 2009. Apresentação realizada no Comitê de bacia Hidrográfica GD7. Médio Rio Grande. Passos, MG, Brasil

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSULTORIA JURÍDICA. PARECER Nº312/CONJUR/MMA/2004. REF: Protocolo Geral nº 02026.004638/2004-99. 2004.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE Glossário de Termos Referentes à Gestão de Recursos Hídricos Fronteiriços e Transfronteiriços. . Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Brasília, 2006.

MMA. Plano Plurianual 2008-2011. Versão Final 5.1 - Julho/2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/cgti/_arquivos/oem_mma_ppa_2088_2011_vs5_1_17072007.pdf >. Acessado em: 03 setembro de 2008.

MMA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Comité de expertos en Sequía, 2007: La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto. 2007.

MMA. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/legendazee.pdf> Acesso em: 30 de abril de 2010.

MMAR. MINISTÉRIO DEL MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. Objetivos medioambientales y Análisis de presiones e impactos. In: Libro Digital del Agua. *2009.* Disponível em: <http://servicios3.mma.es/siagua/visualizacion/lda/estado/estado_superficiales_presiones.jsp> Acesso em: 01 de agosto de 2011.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Decenal de Expansão 1990/1999. Ministério de Minas e Energia. Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos. Rio de Janeiro: dezembro 1989

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Proposta de Modelo Institucional do Setor Elétrico. Julho de 2003. Disponível em:

<http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/Proposta ModeloInstitucional.pdf.> Acesso em: 14 de setembro de 2010.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. GABINETE DO MINISTRO. Processo nº 48500.001273/2008-02. Contrato de Concessão nº 001/2008-MME-UHE SANTO ANTÔNIO. De uso de bem público para geração de energia elétrica, que celebram a União e a Empresa Energia Sustentável do Brasil S.A. 2008.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. GABINETE DO MINISTRO. Processo nº 48500.004505/2008-02. Contrato de Concessão nº 002/2008-MME-UHE JIRAU. De uso de bem público para geração de energia elétrica, que celebram a União e a Empresa Energia Sustentável do Brasil S.A. 2008.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas. Ministério de Minas e Energia. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL. – Rio de Janeiro : 2007. 684p. : il.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Projeto Reseb-Com. Sumário Executivo das Sugestões. Secretaria de Energia. Departamento Nacional de Política Energética. Outubro de 2001

MP. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Plano Plurianual 2008-2011. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Brasília: MP, 2007. 540 p.; v.2.

MP. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Orientações para elaboração do Plano Plurianual 2012-2015. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Brasília: MP, 2011.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE RONDÔNIA. PARECER TÉCNICO. UHE – RIO MADEIRA (Santo Antônio e Jirau) Doc. nº 062/2006/CAOMA-AT. 2006

MOLINIER, M., RONCHAIL, J., GUYOT, J.L., COCHONNEAU, G., DE OLIVEIRA, E. and GUIMARÃES, V. Hydrological variability in the Amazon drainage basin and African tropical basins. Hydrological Processes. [S.l.: s.n.], 2002.

MOLINIER, M., GUYOT, J.L., DE OLIVEIRA, E. e GUIMARÃES, V. Les régimes hydrologiques del'Amazone et de ses affluents. Hydrologie tropicale: geoscience et outil pour le développement, vol. 238. Paris: IAHS publ.; 1996. p. 209–222.

MÖLLENKAMP, S. Transboundary River Basin Management - new challenges in EU 25 and beyond. In: Water Directors Meeting. Roma, Nov., 2003. Disponível em: <http://www.gwpcacena.net/en/news/12_june_2006_helsinki/sm.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2011

MONTEIRO, M.A e COELHO, M.C.N. As políticas Federais e reconfigurações espaciais na Amazônia. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Novos Cadernos NAEA.v.7., n.1., p. 91-122, 2004. ISSN 15 16-6481

MORAIS, E. J. P., 2011. Modelo de Turbinas Tipo Bulbo para Estudos de Estabilidade Eletromecânica de Sistemas Elétricos de Potência. Dissertação. M. Sc. em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Itajubá. UNIFEI. Itajubá, MG, Brasil.

MOTTA. R. S. Economia ambiental. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

OECD. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPEMENT. 2011. Disponível em: < http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_36734052_36761800_1_1_1_1_1,00.html> Acesso em: 14 de agosto de 2011.

OLIVEIRA, D.F., *2006.* Confiabilidade Metrológica e Validação de Procedimentos Espectroradiométricos para Medição de Fontes Luminosas. Dissertação. M. Sc. em Metrologia. PUC-Rio. Maio de 2006. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: < http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0421327_06_cap_03.pdf> Acesso em: 02 de junho de 2011.

OLIVEIRA, C. C., MARQUES, D. M. Proteção e Qualidade dos Recursos Hídricos Brasileiros: Contribuições da Diretiva Européia para a Água. Revista Rega – Revista de Gestão da Água da América Latina, Volume 5, nº 1, jan/jun, 2008. Disponível em: <http://www.ita.upv.es/copyright.php?id=25> Acesso em: 11 de junho de 2009.

ONS. OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Revisão das séries de vazões naturais nas principais bacias do SIN. Relatório Executivo. Dezembro de 2005.

ONS. OPERADOR NACIONAL DO SETOR ELÉTRICO. Apresentação da Diretoria. Dir. Hermes Chip, ONS, 2009

ONS. OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. 2011. Disponível em: < http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx.> Acesso em: 15 de julho de 2011.

OMETTO, A. M. H.; FURTUOSO, M. C. O. A Evolução de Alguns Indicadores Sociais no Brasil na Década de 80. Impulso nº 24. UNIMPEP. 2011. Disponível em: < http://www.unimep.br/phpg/editora/revistaspdf/imp24art09.pdf> Acesso em: 03.07.2011

OMM. ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE. Système d'information hydrologique au service d'une gestion intégrée des resources en eau. Directives WHYCOS. Système mondial d'observation du cycle hydrologique. Organisation Météorologique Mondiale. 2005.

OMM. ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2003. Genebra, 2004. 12 p. (OMM, n. 966).

OTCA. ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA. Secretaria Permanente. Agenda Estratégica de Cooperação Amazônia. Aprovada na X Reunião de Ministros de Relações Exteriores do TCA. SP/OTCA. Novembro de 2010.

OTCA. ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA. 2010a. Disponível em: < http://www.otca.org.br/br/organizacao/index.php?id=98> Acesso em: 10 de março de 2011.

OTCA. ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA. 2010b. Disponível em: < http://www.otca.info/portal/> Acesso em: 09 de agosto de 2011.

PARRY, M. L. *et al* (Ed.). IPCC 2007: climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2007. p. 173-210. Contributions of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

PEREIRA, C. A.; LIMA, C. A. A.; MOTA, D. N.; LANSAC, M. F.; CARDOSO, F. J.; NOBRE, J. R. C; MUCHA, M. e MENALE, R. V.. Metodologia para elaboração/revisão dos planos diretores participativo. Instituto Brasileiro de Direito Urbanístico. 2010. Disponível em: <http://www.ibdu.org.br>. Acesso em: 18 de janeiro de 2010.

PORTO, M. F. A. e PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados [online]. 2008, vol.22, n.63, pp. 43-60. ISSN 0103-4014.

PEREIRA-RAMOS, L. Que signifie la qualité écologique de l'eau en Europe? In: Annales del Mines, abr, 2001. Disponível em: <http://www.annales.org/re/2001/re04-2001/pereira58-66.pdf>. Acessado em junho de 2009.

PERH-MAD. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica: Afluentes da Margem Direita. Vol. I. Diagnóstico das Bacias Afluentes Pela Margem Direita do Rio Amazonas. 2011. Disponível em: < http://margemdireita.ana.gov.br/> Acesso em: 01 de agosto de 2011.

PINHEL, A. C. C., 2000. Simulação de uma usina térmica a gás no novo contexto do Setor Elétrico Brasileiro: Uma análise Risco x Retorno. Dissertação. M. Sc. em Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

PIO, S e HENRIQUES, A. G. O estado ecológico como critério para a gestão sustentável das águas de superfície, Congresso de Água, Lisboa, 2000

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. 2011. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/odm/> Acesso em: 18 de julho de 2011.

POPPE, M. K.; LA ROVERE, E. (Org.). Mudanças climáticas. Brasília: Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, Presidência da República, 2005. (Cadernos do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República-NAE, v. 1).

RONCHAIL, J., COCHONNEAU G. Main patterns of summer rainfall variability and associated circulation in western and southern Amazon. In: Communication to the VAMOS/CLIVAR conference on South American low-level jet. 2002.

RONCHAIL J., COCHONNEAU, G., MOLINIER, M., GUYOT, J.L., CHAVES, A.G.M. e GUIMARÃES, V. Interannual rainfall variability in the Amazon Basin and SSTs in the Equatorial Pacific and the Tropical Atlantic Oceans. International Journal of Climatology 2002;22:1663–86.

RONCHAIL, J. Variabilité pluviométrique en Bolivie lors des phases extrêmes de l'oscillation Australe du Pacifique (1950-1993). Bulletin de l'Institut Fançais d'Etudes Andines, n. 27, p. 687-698, 1998.

ROCHE, M. A., FERNANDEZ, C., ALIAGA, A., PEÑA, J., SALAS, E., MONTAÑO, J.L. Balance hídrico de Bolivia. La Paz: Publ. UNESCO-PHICAB; 1992. 16 p.

ROSA, L. P. Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. ESTUDOS AVANÇADOS 21 (59), 2007

ROSS, J. L. S.. Geomorfologia. Ambiente e Planejamento. 8 ed., 2ª reimpressão. – São Paulo : Contexto, 2008 – (Repensando a Geografia) ISBN 85-85134-82-8

ROUCOU, P., 1997. Impact des températures de surface océanique d'échelle globale sur la dynamique de l'atmosphère et les précipitations tropicales en Amérique du Sud à

l'est des Andes: diagnostic et simulation numérique. Tese (Doutorado)- Centre de Recherche de Climatologie, Université de Bourgogne, France

ROVERE, E. e MENDES, F.E. Usina Hidrelétrica de Tucuruí Brasil. Relatório Final. Estudo de Caso da Comissão Mundial de Barragens. Novembro de 2000.

SILVA, M. E. S. e GUETTER, A. K. Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. Terra Livre, São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, p. 111-126, jan./jul. 2003.

SILVA, L. L., 2007. A compensação financeira das usinas hidrelétricas como instrumento econômico de desenvolvimento social, econômico e ambiental. Dissertação de Mestrado. UnB. Brasília, Brasil

TUCCI, C. E. M. *et al.* Previsão de médio prazo da afluência de reservatórios com base na previsão climática. Brasília: MCT, 2002. Mimeografado. Relatório de pesquisa ANEEL, PNUD, MCT.

SEFAC. SERRA DO FACÃO ENERGIA S.A. 2010. Disponível em: <http://www.sefac.com.br/> Acesso em: 10 de novembro de 2010.

SILVEIRA, C. A. C., MEJIA, L., FERREIRA, R. S. A., GUILHON, L. G. F., SILVA, O B. e FREITAS, M. A.V., (1999*).* Água e Energia Elétrica. In: Estado das Águas no Brasil/ Freitas, org. Brasília - Brasil.

SOITO, J. L. S, 2002 A teoria das opções reais como ferramental na avaliação de um investimento de capital no setor elétrico brasileiro. Dissertação. M. Sc. em Planejamento Energético. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SOITO, J. L.S., 2010. Conflitos pelo Uso dos Recursos Hídricos - Proposta de Estruturação da Gestão Estratégica dos Recursos Hídricos em Furnas Centrais Elétricas S.A. Especialização em Gestão Empresarial. Instituto Brasileiro de Gestão Empresarial – IBGEN. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SOITO, J. L. S.; FREITAS, M. A. V. Amazon and the expansion of hydropower in Brazil: Vulnerability, impacts and possibilities for adaptation to global climate change Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 15. Issue 1. January 2011.

SOUZA, W. L., 2000. Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens. Dissertação. M.Sc. em Planejamento Energético. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SOUZA, F. C., 2008. Dinâmica da gestão de riscos no ambiente de contratação regulada do setor elétrico brasileiro. Tese. D. Sc.em Planejamento Energético. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SUGAI, H. M. e GOMES Junior, E. H. Critérios de Projetos Utilizados pela COPEL nos Estudos de Inventário e Viabilidade. 19 folhas *in* XI Seminário Nacional de Grandes Barragens, Belo Horizonte, 1999.

SUGAI, H. M., SANTOS JUNIOR, F., MACHADO, F. G. Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas: sua revisão e PCHs. Comitê Brasileiro de Barragens. VI Simpósio Brasileiro sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas. Belo Horizonte, MG, 21 a 25 de abril de 2008.

SWISS RE. Opportunities and risks of climate change. Swiss Re Insurance. Company, Zurich, 30 pp. 2002. Disponível em: <http://www.swissre.com/.> Acesso em: 20 de agosto de 2011.

TOLMASQUIM, M. T. Novo modelo do setor elétrico brasileiro. Rio de Janeiro: Synergia; EPE: Brasília, 2011. 320p. ISBN 978-85-61325-59-6

TUCCI, C. E.M e NETTO, O. M.C. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "Visão Mundial da Água". Bahia. Análise e Dados. Salvador, v.3., n. especial, p. 357-370, 2003

TUCCI, C.E.M, HESPANHOL, I. e NETTO, O.M.C. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "Visão Mundial da Água". RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 5 n.3. Jul/Set 2000, 31-43.

TUCCI, C. E. M. Regionalização de vazões. In: TUCCI, C. E. M. (Org). Hidrologia: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Ed da Universidade/ ABRH/EDUSP, 1997, cap.1.

TUCCI, C. E. M. *et al.* Previsão de médio prazo da afluência de reservatórios com base na previsão climática. Brasília: MCT, 2002. Mimeografado. Relatório de pesquisa ANEEL, PNUD, MCT.

TUCCI, C. E. M., (organizador) (ed*).* Hidrologia – Ciência e Aplicação. Porto Alegre. UFRGS editora. 4ª edição. 943 páginas. 2007 (ISBN 978-85-7025-924-0).

TUCCI, C. E. M e MENDES, C. A. Curso de Avaliação Ambiental Integrada de Bacias. IPH/UFRGS. 2010. Disponível em: <http://galileu.iph.ufgrs.br>. Acesso em: 14 de janeiro de 2010.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI-MATSUMURA, T.; SIDAGIS GALLI, C. (Eds.) Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias para gerenciamento e controle. s. l.: IIE, IIEGA, Eutrosul, 2006a. 255p.

TUNDISI, J. G. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. Estud. av., São Paulo, v. 21, n. 59, Abril de 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 de agosto de 2011.

UFJF. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2011. Disponível em: <http://www.ufjf.br/centrodeciencias/museu-usina-marmelos-zero/>. Acesso em 24 jun. 2011.

UN. UNITED NATIONS. Our Common Future, Chapter 2: Towards Sustainable Development. 1987. Disponível em: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm> Acesso em: 03 de junho de 2011

UNESCO. UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. The United Nations Word Water Development Report 3 – Water in a Changing World. 2009. Disponível em: <http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf>. Acesso em: 17 junho de 2009.

UNIUBE. UNIVERSIDADE DE UBERABA. 2011. Apresentação sobre Geração de Energia Elétrica. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade de Uberaba.

VAN DAMME, P. Disponibilidad, uso y calidad de los recursos hídricos en Bolivia. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002

VARGAS, G. O Pensamento Político de Getúlio Vargas. Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul e Museu Júlio de Castilhos. Porto Alegre/RS, 2004. CDU : 32 (816.5)

VERLUM, Roberto. A indústria de bens de capital CEPAL. Comissão Econômica para a América Latina e Caribe. Convênio CEPAL/IPEA. Escritório no Brasil. LC/BRS/R.147. Dezembro de 2003.

RODRIGUES, R. L. V., 2004. Análise dos fatores determinantes do desflorestamento na amazônia legal e cenários das emissões brutas de gases de efeito estufa em razão da conversão de florestas em atividades de agricultura e pecuária na região em 2020. Tese. D.Sc. em Planejamento Energético. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

WORLD BANK. The Economic and Social Developed of Brazil (In eight volumes) Volume III. List of projects for external financing. Latin America and the Caribbean Department. March 12, 1973

WORLD BANK. Staff Appraisal Report. Brazil. Northeast Basic Health Services Project. Report nº 608-BR. April 30, 1986

ZANETTI, S., PRUSKI, F, MOREIRA, M., SEDIYAMA, G e SILVA, S. Programa computacional para geração de séries sintéticas de precipitação. Engenharia. Agrícola de Jaboticabal, v.25, n.1, p.96-104, jan./abr. 2005

ANEXO I. Análise dos Manuais Hidroelétricos (1977, 1984, 1997 e 2007)

Neste item é apresentado um quadro comparativo dos Elementos de Caracterização por Componente-Síntese, Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação, referentes às seguintes variáveis: Ecossistemas Aquáticos, Ecossistemas Terrestres, Modos de Vida, Organização Territorial, Base Econômica e População Indígena /Populações Tradicionais, no momento em que são incorporados nos Manuais de Inventário Hidroelétrico. (IVIG, 2009b)

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS		**1977**	**1984**	**1997**	**2007**
Elementos de Caracterização por Componente-Síntese		**(*)**			
	· Vegetação marginal (mata-ciliar, mata-galeria, mata-de-várzea, mata-de-igapó, etc.)			**X**	**X**
	· Ocorrência de Macrófitas				**X**
	· Qualidade da água:			**X**	**X**
	- sistemas não comprometidos quanto as suas características ecológicas, sem a presença de poluição			**X**	**X**
	- sistemas com algum grau de comprometimento de suas características ecológicas, refletindo a interferência de fontes poluidoras			**X**	**X**
	- sistemas com alto comprometimento de suas características ecológicas pela intensidade das atividades poluidoras			**X**	**X**
	· Fisiografia fluvial:				
	- hierarquia fluvial			**X**	**X**
	- densidade de drenagem			**X**	**X**
	- diversidade física do canal fluvial principal			**X**	**X**
	- heterogeneidade dos ambientes fluviais			**X**	**X**
	- ambientes ecologicamente estratégicos			**X**	**X**
	· Dados Biológicos		**(1)**		
	- biologia e ecologia das espécies ícticas mais representativas (dados bibliográficos)			**X**	**X**
	- identificação e espacialização das principais rotas migratórias, reprodutivas e tróficas			**X**	**X**
	- identificação e espacialização das áreas de maior produtividade pesqueira (volume de captura - série histórica, esforço de pesca empregado)			**X**	**X**
	- identificação das principais espécies, sobretudo as migradoras e as associadas a ambientes de elevada energia hidrodinâmica			**X**	**X**
	- ocorrência de outras espécies da fauna vertebrada (p.ex.mamíferos aquáticos, répteis,aves)			**X**	**X**

Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação			**(2)**		
	Interferência nos Ambientes Mantenedores da Biodiversidade, de Espécies Migratórias, Endêmicas ou				
	Exclusivas (e de outros grupos da fauna vertebrada)				
	Posição na Hierarquia fluvial			**X**	**X**
	Alteração da extensão total do ambiente aquático a ser modificado				**X**
	Perda de ambientes ecologicamente estratégicos			**X**	**X**
	Rotas migratórias afetadas.			**X**	**X**
	Perda de ambientes de elevada energia hidrodinâmica.			**X**	**X**
	Alteração da vegetação marginal			**X**	**X**
	Qualidade da água dos futuros reservatórios		**X**	**X**	**X**
	Características morfométricas do trecho de rio afetado.			**X**	**X**
	Volume de fitomassa afetada.			**X**	**X**
	Tipologia dos solos afetados.			**X**	**X**
	Profundidade média			**X**	**X**
	Tempo de residência			**X**	**X**
	Interferência no Regime de Vazões (efeitos a jusante do reservatório)				
	Possibilidade de ocorrência de eutrofização no reservatório; locais com elevada concentração de metais pesados/possibilidade de biomagnificação				**X**
	Ocorrência de outras espécies da fauna vertebrada passíveis de impacto			**X**	**X**
	Alteração no regime natural de vazões				**X**
	Capacidade de regularização de vazão: vazão média natural afluente e volume útil do reservatório				**X**
	Derivação				**X**
	Extensão do trecho de vazão reduzida				**X**
	Vazão reduzida				**X**
	Transposição de água				**X**
	Vazão média derivada				**X**

(*) Coleta de dados em relatórios pedológicos, ecológicos, socioeconômicos, de planos de industrialização, demográficos, de recursos minerais, parques nacionais, reservas indígenas...

(1) Características do Meio Ambiente biótico - flora e fauna - natural

(2) Efeitos Ecológicos - meio ambiente biótico natural por exemplo: flora nativa a ser atingida e fauna nativa a ser atingida, avaliando-se a área do habitat das espécies nativas a ser inundada ou perturbada pela construção

ECOSSISTEMAS TERRESTRES		1977	1984	1997	2007
Elementos de Caracterização por Componente-Síntese		**(*)**			
	– Descrição fitofisionômica das classes de cobertura vegetal e uso do solo na bacia			**X**	**X**
	– Fatores de pressão sobre os ecossistemas (extrativismo, agropecuária, desmatamento)			**X**	**X**
	– Unidades de Conservação e outras áreas sob proteção legal, ecossistemas de relevante interesse ecológico, áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (APCB), ecótonos, áreas detentoras de espécies raras ou ameaçadas de extinção, ecossistemas importantes na manutenção de fluxos populacionais (corredores ecológicos, área de conservação da biosfera)			**X**	**X**
	– Ecologia da paisagem (análise da forma e conectividade dos fragmentos florestais e sua representatividade ecológica para a manutenção das espécies).			**X**	**X**
	– Caracterização das espécies de fauna por ambiente e identificação das espécies endêmicas, ameaçadas e raras.			**X**	**X**
Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação					
Interferência nas características determinantes da manutenção da diversidade biológica (comprometimento dos ecossistemas e de espécies)					
	– Perda de ambientes com maior grau de integridade ecológica.				**X**
	– Aumento da pressão sobre os ecossitemas terrestres (desmatamento, caça, extrativismo, agropecuária, comércio ilegal de espécies etc.).				**X**
	– Perda de vegetação marginal.			**X**	**X**
	– Perda de cobertura vegetal.			**X**	**X**
	– Interferência em corredores ecológicos na área de influência, em áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, unidades de conservação, zonas de amortecimento e em demais áreas protegidas.				**X**
	– Exclusividade fisionômica, integridade do ecossistema terrestre. Perda de conectividade, aumento da fragmentação do ecossistema.			**X**	**X**
	– Relevância da fauna na área afetada.			**X**	**X**
(*) Coleta de dados em relatórios pedológicos, ecológicos, socioeconômicos, de planos de industrialização, demográficos, de recursos minerais, parques nacionais, reservas indígenas dentre outros.					

MODOS DE VIDA	1977	1984	1997	2007
Elementos de Caracterização por Componente-Síntese	**(*)**			
– Dinâmica Demográfica:				
Processo de Ocupação (ênfase demográfica).				**X**
Quantitativo populacional.			**X**	**X**
Distribuição espacial da população (situação de domicílio rural/urbano).			**X**	**X**
Taxas de crescimento.			**X**	**X**
Taxas de crescimento vegetativo.			**X**	**X**
Fluxos migratórios.			**X**	**X**
Fatores de atração e expulsão da população.				**X**
– Condições de Vida:				
Qualidade de vida (IDH e outros indicadores básicos).		**(1)**	**X**	**X**
Serviços oferecidos (educação, saúde, energia, comunicação, saneamento, transporte e lazer).			**X**	**X**
Condições de emprego, distribuição da renda familiar e pessoal.				**X**
Análise das condições de vida dos grupos e de pequenos produtores.				**X**
Indicadores de saúde, com atenção para doenças de veiculação hídrica.				**X**
– Sistema de Produção:				
Organização da produção rural.			**X**	**X**
Organização da produção urbana.			**X**	**X**
Recursos naturais disponíveis (minerais, pedológicos, hídricos, florestais e pesqueiros).			**X**	**X**
Condicionantes ambientais da sub-área (dinâmica das cheias, áreas de várzea, áreas de erosão, aptidão agrícola, compartimentação do relevo).			**X**	**X**
– Organização Social:				
Processo histórico de ocupação.			**X**	**X**
Identidade sociocultural (hábitos, valores, crenças, patrimônio histórico/cultural).		**X**	**X**	**X**
Representações.			**X**	**X**
Áreas de conflito e de tensões sociais.				**X**
Situações de conflito.			**X**	**X**
Organização espaço-temporal.			**X**	**X**
Formas de socialidade.			**X**	**X**
– Matriz Institucional:				
Órgãos públicos atuantes na área.				**X**
Representação civil.				**X**
Grupos de interesses.				**X**

	Vulnerabilidade das comunidades locais face à modernidade.				X
	Políticas públicas para o bem-estar social e redução da pobreza voltadas para a região.				X
Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação					
Comprometimento das Estratégias de Sobrevivência					
	– Alteração nos aspectos que conformam as condições de vida:		**(2)**		
	Número de pessoas ou de famílias atingidas; (rural e urbana).				X
	Bens de consumo coletivo atingidos.			**X**	**X**
	Quebra no padrão de consumo.			**X**	**X**
	Modificações nos indicadores de qualidade de vida.		**(3)**	**X**	**X**
	Alterações no quadro epidemológico.			**X**	**X**
	– Alteração nos sistemas de produção de cada Modo de Vida.			**X**	**X**
	Mudanças nas condições de capitalização/descapitalização preexistente.			**X**	**X**
	Alterações na rede de relações das quais os grupos sociais urbanos dependem para garantir sua sobrevivência.			**X**	**X**
	Ruptura dos vínculos de dependência entre rural e urbano.			**X**	**X**
	Alteração nos condicionantes ambientais.			**X**	**X**
Comprometimento Socialidade Historicamente Construída					
	– Vínculos de socialidade comprometidos.			**X**	**X**
	– Comprometimento da identidade sociocultural e de sua expressão espaço-temporal.			**X**	**X**
	– Interferência no patrimônio histórico, cultural, arqueológico etc.				X

(*) Coleta de dados em relatórios pedológicos, ecológicos, socioeconômicos, de planos de industrialização, demográficos, de recursos minerais, parques nacionais, reservas indígenas...
(1) Condições de Saúde Humana
(2) Efeitos Sociais - Organização e Estrutura Social como por exemplo: população, avaliada através do número de pessoas a serem atingidas; padrão de vida, avaliado através da posse de equipamentos domésticos, como geladeira, televisor e carro, e condições de ocupação da moradia, própria, alugada ou financiada; qualidade de vida, avaliada através do acesso aos serviços básicos de água, luz e esgoto; e área inundada, podendo ser analisados separadamente o setor rural e urbano.
(3) Efeitos na Saúde Humana - endemias de veiculação hídrica, aspectos sanitários

ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL		1977	1984	1997	2007
Elementos de Caracterização por Componente-Síntese		**(*)**			
– Dinâmica Demográfi ca:					
	Evolução das populações urbana e rural, por município.			**X**	**X**
	Estrutura e distribuição espacial das populações urbana e rural, por município.			**X**	**X**
	Importância relativa à população total.			**X**	**X**
	Grau de urbanização.			**X**	**X**
– Ocupação do Território:					
	Processo histórico de ocupação.			**X**	**X**
	Condicionantes ambientais do território, que apontem indução ou restrição à ocupação.			**X**	**X**
	Características, distribuição espacial das categorias de uso do solo e respectivas intensidade de uso.			**X**	**X**
	Função do recurso hídrico na organização do território.			**X**	**X**
	Principais usos da água e estimativa do contigente de usuários, por uso.			**X**	**X**
	Relações urbano-rurais e padrões de assentamento resultantes.			**X**	**X**
	Avaliação e localização do patrimônio histórico, cultural e dos principais sítios arqueológicos, paleontológicos e espeleológicos.		**X**		**X**
	Existência de conflitos pelo uso da terra e da água.				**X**
	Programas de desenvolvimento existentes e planejados.			**X**	**X**
– Circulação e Comunicação:					
	Localização e características dos núcleos urbanos: diversidade e hierarquia funcional.			**X**	**X**
	Localização, capacidade e raio de atendimento dos equipamentos de produção, consumo e serviços.			**X**	**X**
	Localização, características e importância relativa dos sistemas rodo, hidro e ferroviário.		**X**	**X**	**X**
	Relações origem-destino e articulação intermodal.			**X**	**X**
– Organização Político-administrativa:					
	Localização das sedes municipais e distritais.			**X**	**X**
	Colégio eleitoral e representação nas instâncias parlamentares municipais, estaduais e federais.			**X**	**X**
	Superfície territorial municipal e relação com a superfície total.			**X**	**X**
	Localização e raio de atendimento das principais instituições públicas municipais, estaduais e federais.			**X**	**X**
– Gestão do Território					
	Articulação político-institucional: informações sobre políticas públicas e legislação voltada para o desenvolvimento local e regional.				**X**
	Planos, programas e projetos em todos os níveis, das áreas sociais e econômicas.				**X**
	Principais agentes sociais que atuam na bacia (presença de ONGs, ações da igreja; associações etc.).				**X**

Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação					
Interferência nos padrões de assentamento e mobilidade da população		**(1)**	**(2)**		
	− Número, localização e características dos núcleos atingidos parcial e totalmente.			**X**	**X**
	− Disponibilidade de áreas para os reassentamentos previstos.			**X**	**X**
	− Estimativa da população a ser remanejada (rural e urbana).			**X**	**X**
	− Vila residencial: localização, população prevista associada à obra, relação com a população local.			**X**	**X**
	– Acessibilidade:				
	Equipamentos de produção, consumo e serviços atingidos.			**X**	**X**
	Extensão e funções da infra-estrutura viária atingida.			**X**	**X**
	Extensão e função da infra-estrutura viária expandida.				**X**
	Estimativa da população atingida por perda de infra-estrutura viária.			**X**	**X**
	Estimativa dos usuários dos recursos hídricos atingidos.			**X**	**X**
	Articulações intermodais atingidas.			**X**	**X**
Interferência nos fluxos de circulação e comunicação					
	– Reversibilidade das interferências na circulação e comunicação:				
	Alternativas às relações funcionais interrompidas.			**X**	**X**
	Alternativas aos fluxos de circulação e comunicação interrompidos			**X**	**X**
Interferência na base territorial relativa à organização político-administrativa					
	− Perda de território: (superfície e participação no território total do município).			**X**	**X**
	– Estimativa do contingente de eleitores remanejados, participação no eleitorado municipal.			**X**	**X**
	– Perda no contingente de representantes.			**X**	**X**
	– Papel das sedes municipais e instituições públicas municipais, estaduais e federais atingidas.			**X**	**X**
Interferência na gestão do território					
	– Incompatibilidades com políticas, planos e programas voltados para o desenvolvimento regional e local.				**X**
	– Sinergias com políticas, planos e programas voltados para o desenvolvimento regional e local.				**X**

(*) Coleta de dados em relatórios pedológicos, ecológicos, socioeconômicos, de planos de industrialização, demográficos, de recursos minerais, parques nacionais, reservas indígenas...

(1) Área a ser inundada, Edificações e Benfeitorias na área a ser inundada, estradas de rodagem, ferrovias, serviços públicos, pontes, cidades e vilas a serem relocados e UHE's a serem inundadas

(2) Efeitos Espaciais - Organização do Espaço Urbano e Rural como: núcleos urbanos a serem atingidos, levando-se em consideração a área urbana a ser efetivamente alagada e a função político-administrativa de cada núcleo e municípios a serem atingidos, levando-se em consideração as unidades político-administrativas a serem inundadas total ou parcialmente

BASE ECONÔMICA		1977	1984	1997	2007
Elementos de Caracterização por Componente-Síntese		**(*)**			
	– Atividades Econômicas (caracterização geral e setorial):		**(1)**		
	Características, capacidade de geração de renda e emprego, e localização espacial dos principais ramos produtivos e estabelecimentos.			**X**	**X**
	Estrutura produtiva.			**X**	**X**
	Setor primário: estrutura fundiária, pauta produtiva, número de estabelecimentos, população economicamente ativa (PEA), pessoal ocupado (PO), valor da produção e superfície ocupada.			**X**	**X**
	Setor secundário: número de estabelecimentos, PEA, PO, valor bruto e de transformação, relações cronológicas evolutivas dos principais ramos e setores.			**X**	**X**
	Setor terciário: número de estabelecimentos, PEA, PO, receita total, arrecadação ICMS e ISS.			**X**	**X**
	Atividades econômicas vinculadas à manutenção da qualidade de vida das populações residentes (por exemplo: setor de alimentação e setores responsáveis por absorção de mão de obra).			**X**	**X**
	Atividades econômicas relacionadas aos recursos hídricos.			**X**	**X**
	Formas de apropriação dos recursos (intensivo/extensivo, grau de mecanização).			**X**	**X**
	Mercados atendidos e importância econômica e social das atividades econômicas.			**X**	**X**
	– Recursos e Potencialidades da Bacia Hidrográfica:				
	Características e respectiva localização espacial.			**X**	**X**
	Recursos minerais.			**X**	**X**
	Áreas de potencial agrícola.			**X**	**X**
	Potencial energético, madeireiro, extrativista, biológico, genético e turístico.			**X**	**X**
	Espécies de valor econômico, medicinal e alimentar.			**X**	**X**
	Usos potenciais e efetivos dos recursos hídricos.			**X**	**X**
	Infra-estrutura existente e planejada.			**X**	**X**
	Investimentos e programas de desenvolvimento existentes e planejados.			**X**	**X**
	Condicionantes ambientais das atividades (indução/restrição) e fatores de pressão sobre os recursos naturais.			**X**	**X**
	– Finanças:				
	Arrecadação de tributos municipais.			**X**	**X**
	Participação em receitas tributárias da União e do Estado.			**X**	**X**

Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação					
Interferência sobre as atividades econômicas					
	– Número e características dos estabelecimentos atingidos.			**X**	**X**
	– Quantitativo e valor da produção afetada, por setor.			**X**	**X**
	– Atividades econômicas atingidas vinculadas ao rio.			**X**	**X**
	– Expressão econômica e social das atividades.		**(2)**	**X**	**X**
	– Emprego e renda suprimidos.			**X**	**X**
	– Emprego e renda gerados.				**X**
	– Mercados afetados.			**X**	**X**
	– Ocorrência de condições de suporte para reprodução das atividades.			**X**	**X**
Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação					
Interferência sobre as bases de recursos e as potencilidades com destaque com destaque para usos da água					
	– Características e ordem de grandeza dos recursos e potencialidades da bacia hidrográfica suprimidos		**X**	**X**	**X**
	(jazidas minerais, áreas de aptidão agrícola, extrativismo, potencial turístico e dotadas de potencial biológico e genético).			**X**	**X**
	– Oportunidade de aproveitamento dos recursos e das potencialidades.				**X**
	– Expressão econômica e social das potencialidades atingidas.			**X**	**X**
	– Usos existentes e potenciais dos recursos hídricos atingidos ou inviabilizados e respectiva população afetada.			**X**	**X**
	– Oportunidades para o uso dos recursos hídricos e respectiva população beneficiada.				**X**
Interferência nas finanças municipais					
	– Diferencial da arrecadação tributária e das transferências de receitas.			**X**	**X**
	– Recursos da compensação financeira e do ISS.				**X**

(*) Coleta de dados em relatórios pedológicos, ecológicos, socioeconômicos, de planos de industrialização, demográficos, de recursos minerais, parques nacionais, reservas indígenas.*
(1) Estágio atual, evolução e tendências da economia regional
(2) Efeitos sobre os aspectos econômicos- estágio, evolução e tendências da economia regional como potencialidade agrícola e emprego regional sacrificado

POPULAÇÃO INDÍGENA / POPULAÇÕES TRADICIONAIS		1977	1984	1997 (1)	2007 (1)
Elementos de Caracterização por Componente-Síntese		**(*)**	**(2)**		
	– Aspectos Etno-Históricos:				
	Conhecimento arqueológico da região.			**X**	**X**
	Trajetória histórica do grupo.			**X**	**X**
	– Aspectos Demográficos:				
	Tamanho e densidade demográfica.			**X**	**X**
	Avaliação dos índices de perdas demográficas.			**X**	**X**
	– Aspectos Etno-Ecológicos:				
	Valores e crenças.			**X**	**X**
	Sítios sagrados.			**X**	**X**
	Valores que orientam a relação índio/natureza (etno-ecológico).			**X**	**X**
	Tamanho, natureza e construção histórica do território.			**X**	**X**
	Avaliação dos índices de perda de território.			**X**	**X**
	Patrimônio geomorfológico.			**X**	**X**
	Formas de apropriação dos recursos naturais (minerais, solo, hídricos e florestais).			**X**	**X**
	Potencial de sustentabilidade do território para a reprodução social do grupo.			**X**	**X**
	– Condições Materiais de Sobrevivência:				
	Dinâmica socioeconômica da região interétnica.			**X**	**X**
	Relações de integração com o mercado.			**X**	**X**
	Condição legal do território.			**X**	**X**
	Condicionantes ambientais do território (áreas de várzea – dinâmica das cheias, áreas de erosão, aptidão agrícola, compartimentação do relevo).			**X**	**X**
	– Organização Social, Cultural e Política:				
	Formas religiosas e suas relações com a sociedade envolvente.			**X**	**X**
	Unidade étnica.			**X**	**X**
	Formas de relação com outros grupos.			**X**	**X**
	Filiação linguística.			**X**	**X**
	Eixos de solidariedade recíproca/eixos de rivalidade.			**X**	**X**

	Formas e natureza do contato com a sociedade envolvente (relacionamento interétnico).			**X**	**X**
Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação			**(3)**		
Potencialização dos Conflitos					
	– Situação de conflito preexistente.			**X**	**X**
	– Existência de situação de invasão do território.			**X**	**X**
	– Relação território inundado/território disponível.			**X**	**X**
	– Condição de proteção legal.			**X**	**X**
	– Comprometimento da unidade política.			**X**	**X**
	– Comprometimento do relacionamento interétnico.			**X**	**X**
	– Riscos de extinção.			**X**	**X**
	– Comprometimento dos vínculos intra-grupos e com outros grupos.			**X**	**X**
Indicadores de Impacto e Elementos de Avaliação					
Interferência nas Condições Etno-Ecológicas					
	– Relação território inundado/território disponível (observar a suficiência do território para a reprodução do grupo).			**X**	**X**
	– Importância do território inundado para o grupo.			**X**	**X**
	– Interferência sobre sítios sagrados e/ou culturais e patrimônio geomorfológico.			**X**	**X**

(*) Coleta de dados em relatórios pedológicos, ecológicos, socioeconômicos, de planos de industrialização, demográficos, de recursos minerais, parques nacionais, reservas indígenas...
(1) Em 1997 o Elemento - Síntese era somente População Indígena; em 2007 passou a ser População Indígena/Populações Tradicionais.
(2) Identificação e Caracterização de populações indígenas e/ou não aculturadas.
(3) Efeitos antropológicos - sobre populações indígenas e/ou não aculturadas como reservas e populações indígenas a serem atingidas pela inundação.

ANEXO II. Bacias Transfronteiriças do Brasil

Os mapas a seguir foram extraídos do documento "Glossário de Termos Referentes à Gestão de Recursos Hídricos Fronteiriços e Transfronteiriços", publicado em 2008 pela Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente.

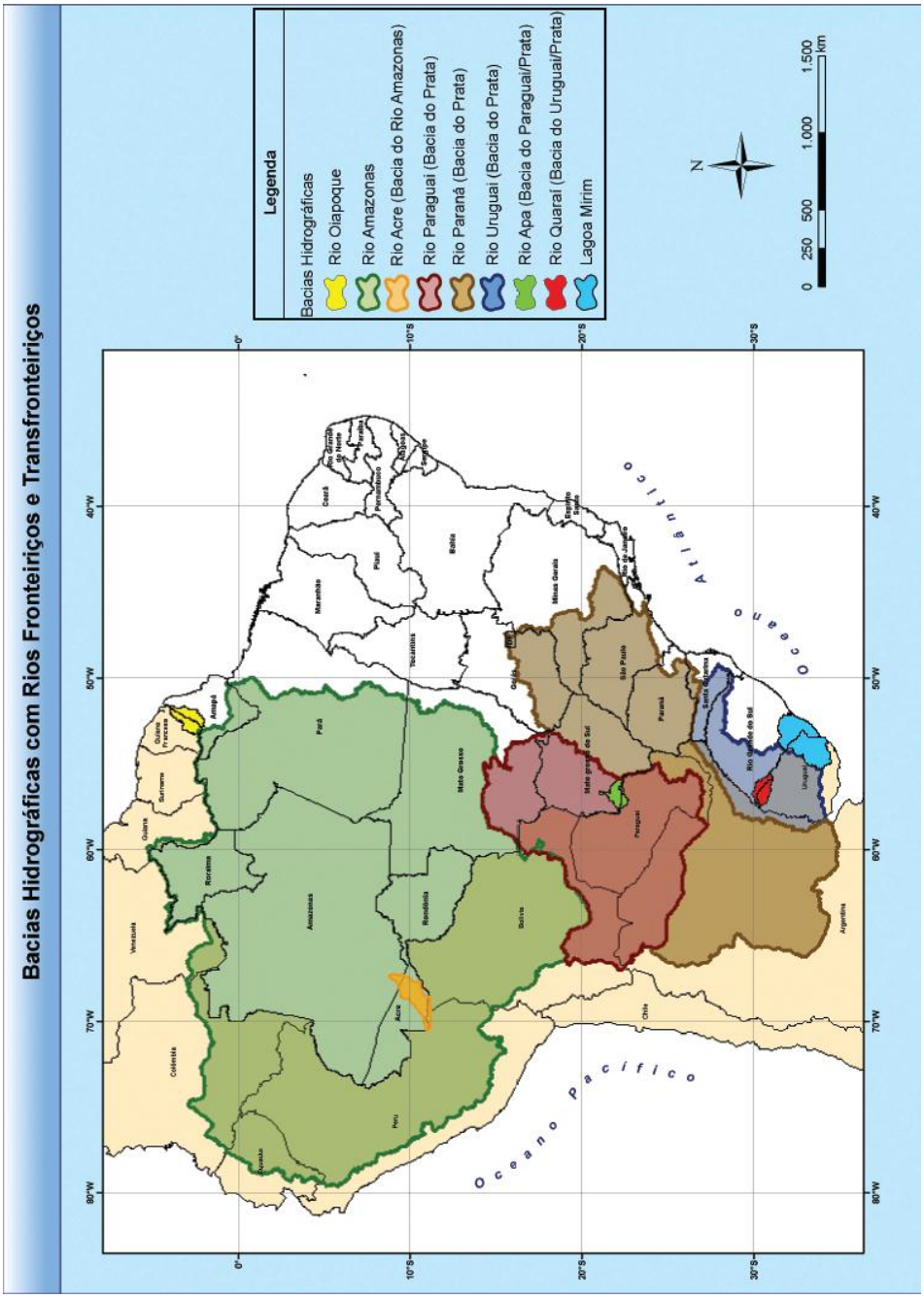


Figura 100: Bacias Hidrográficas com Rios Fronteiriços e Transfronteiriços.

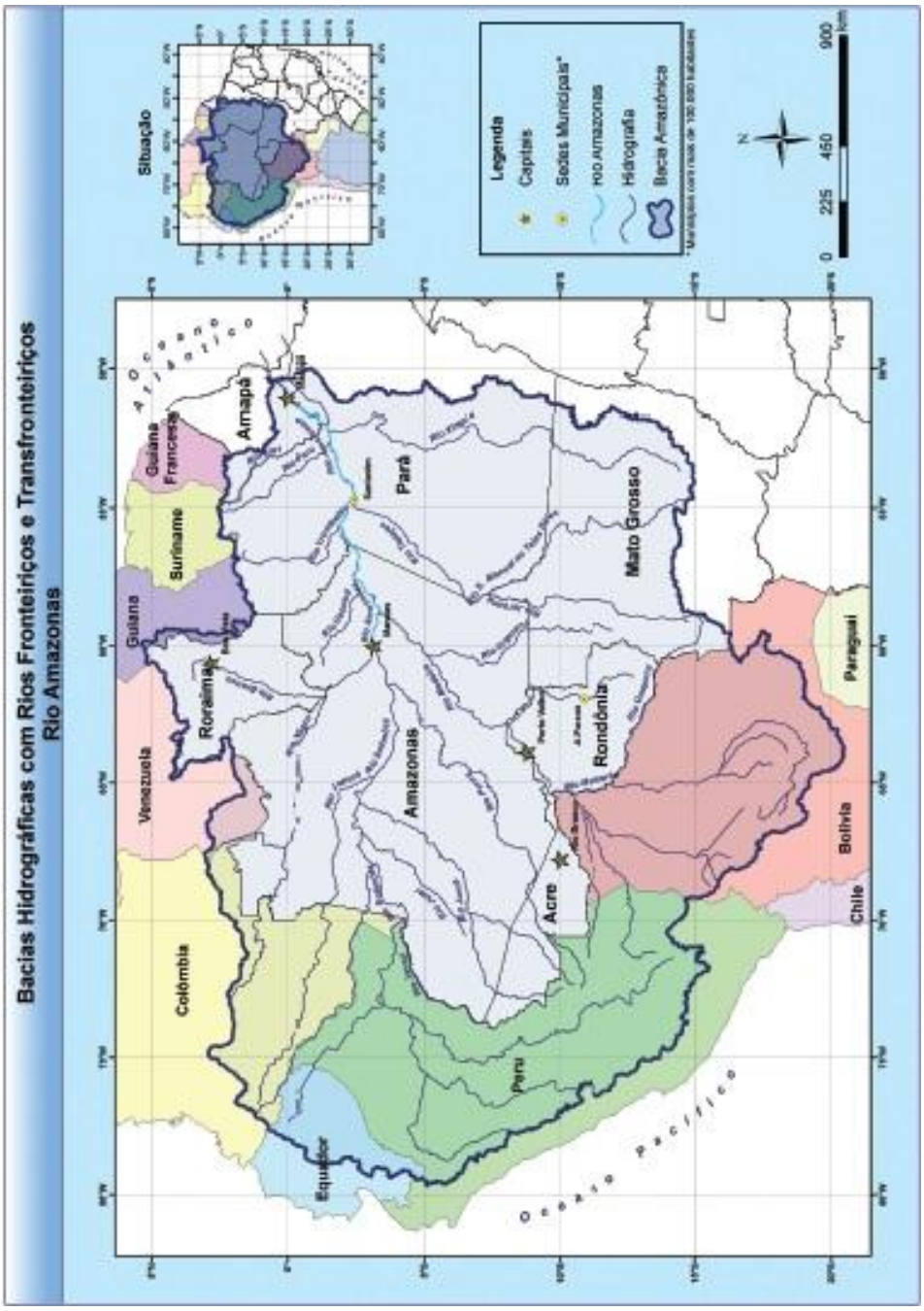


Figura 101: Bacia do Rio Amazonas

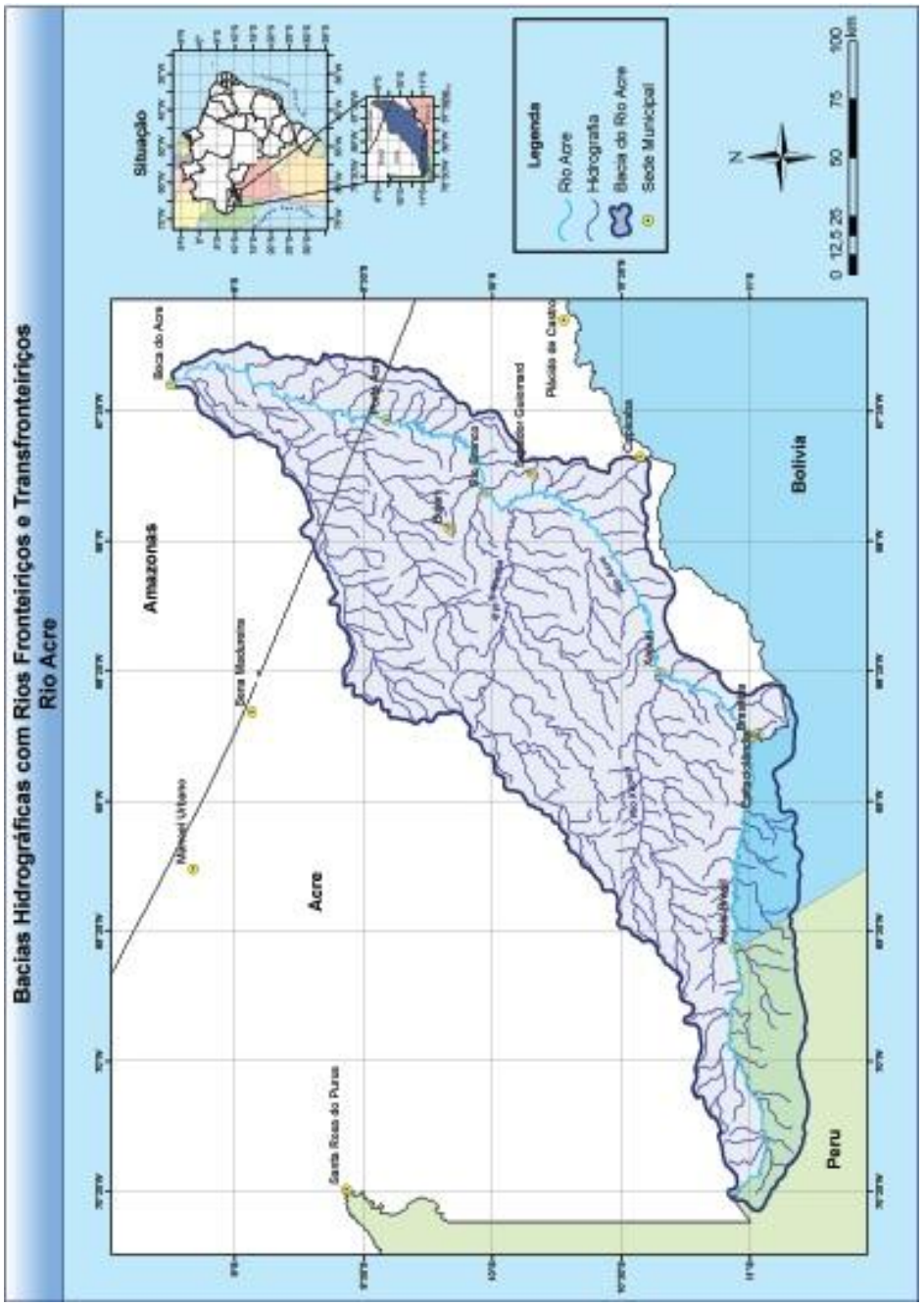


Figura 102: Bacia do Rio Acre

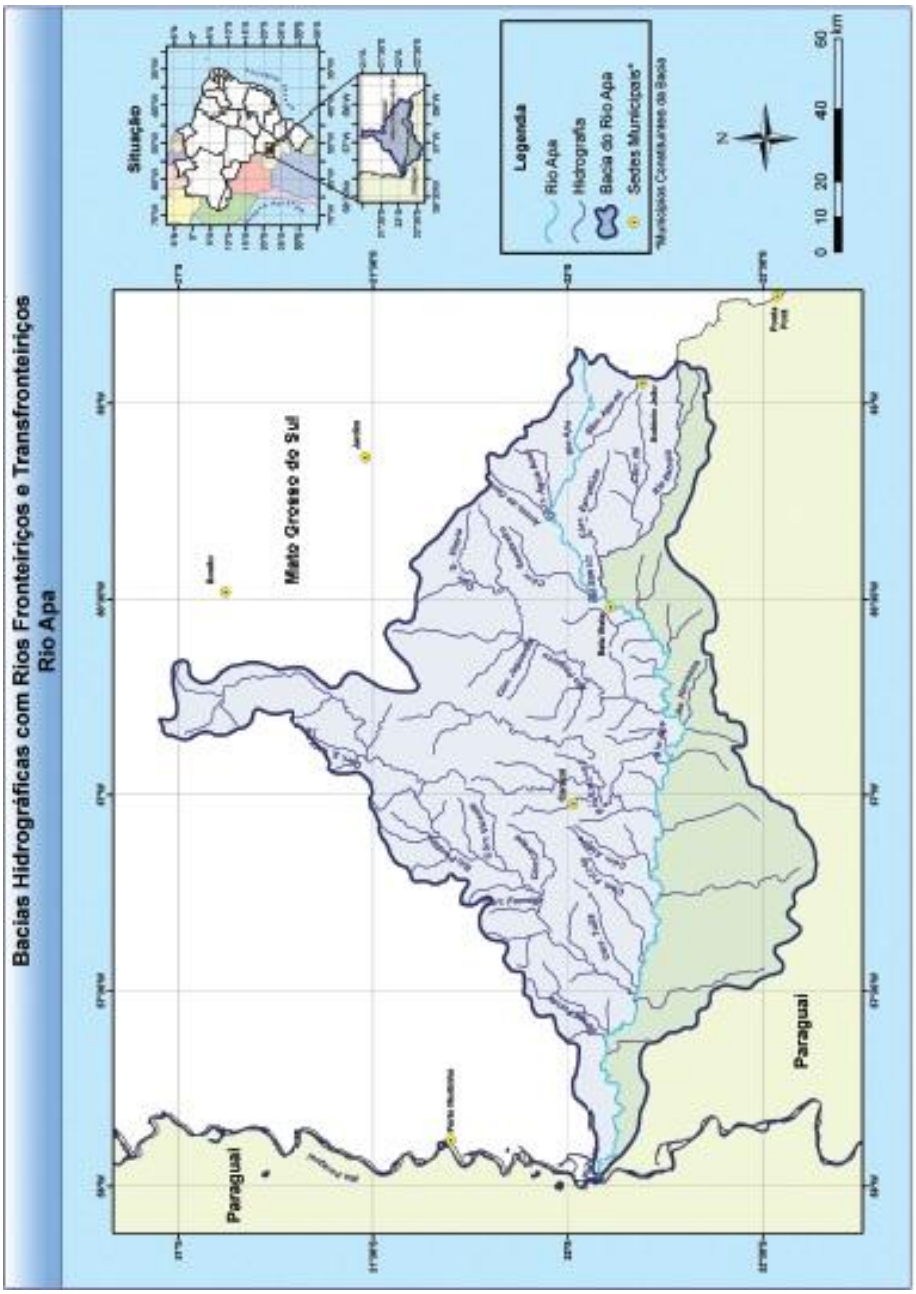


Figura 103: Bacia do Rio Apa

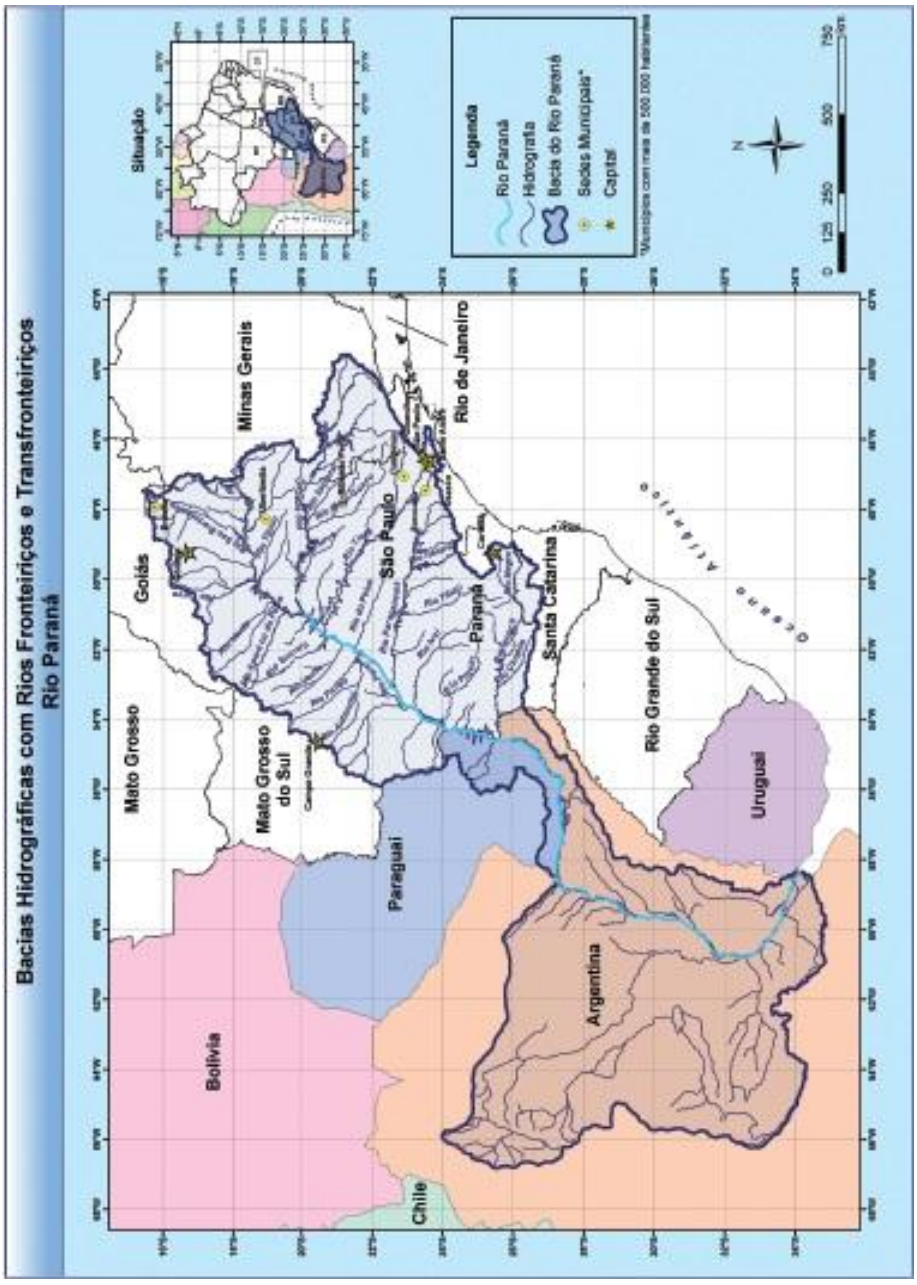


Figura 104: Bacia do Rio Paraná

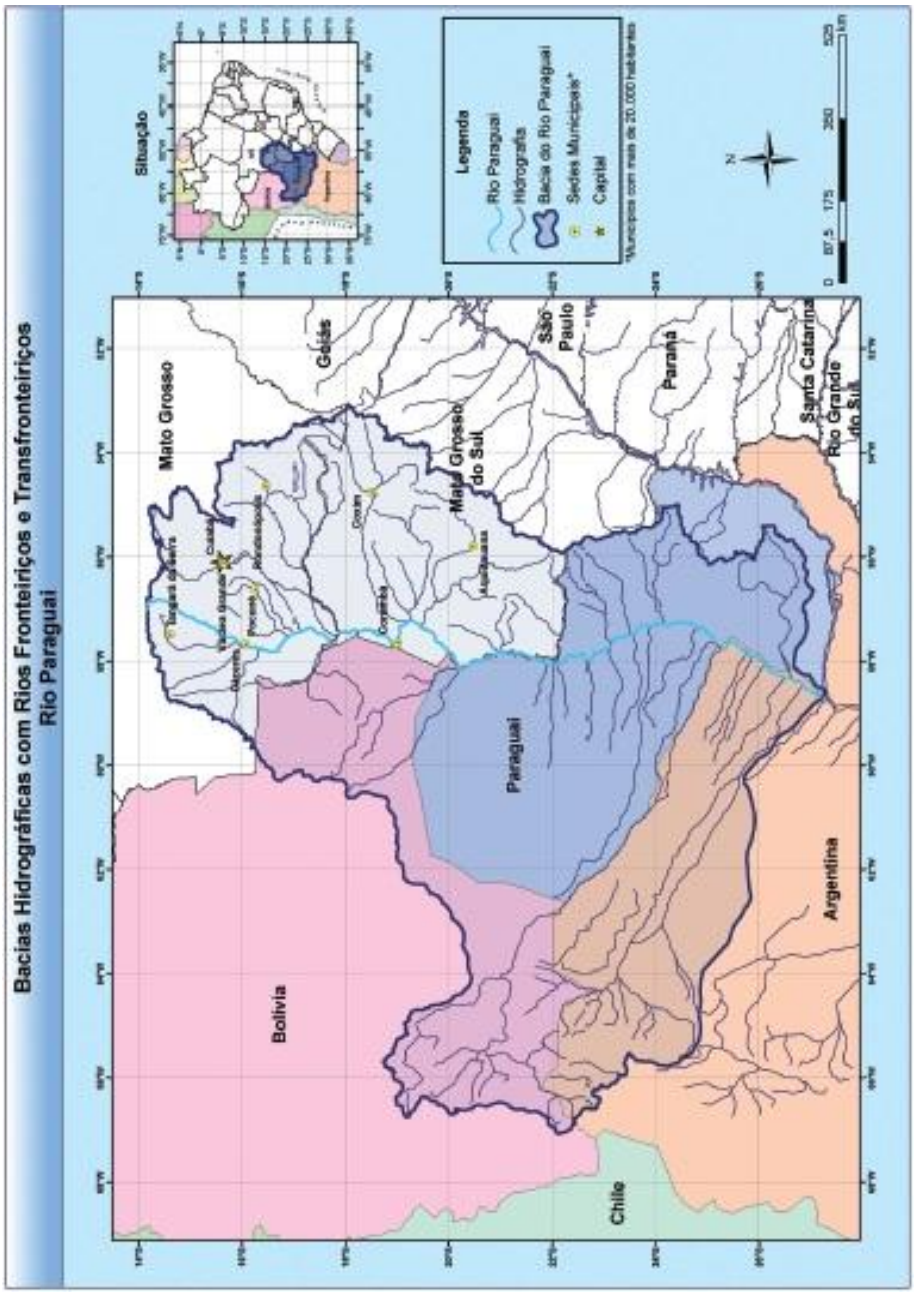


Figura 105: Bacia do Rio Paraguai

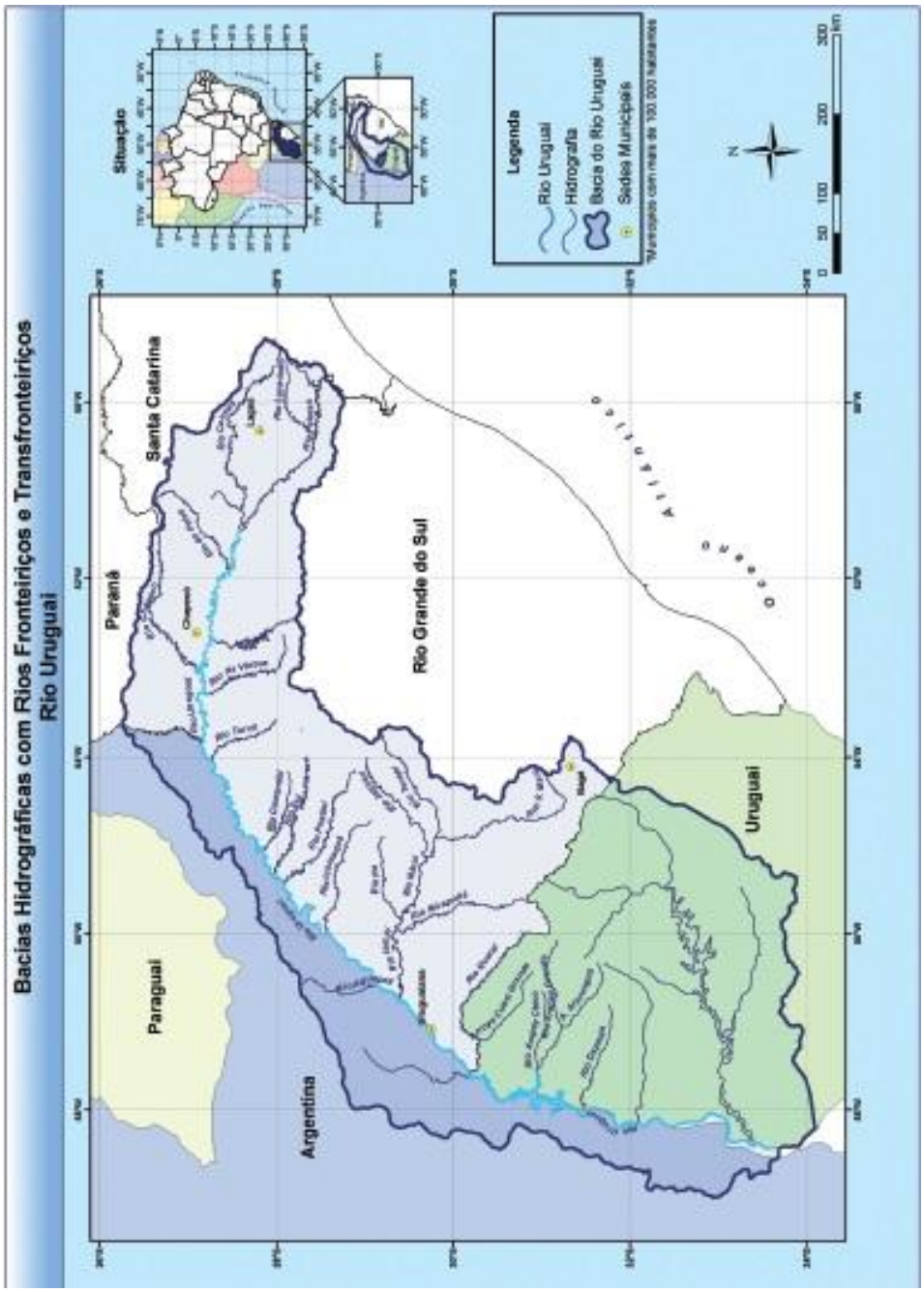


Figura 106: bacia do Rio Uruguai

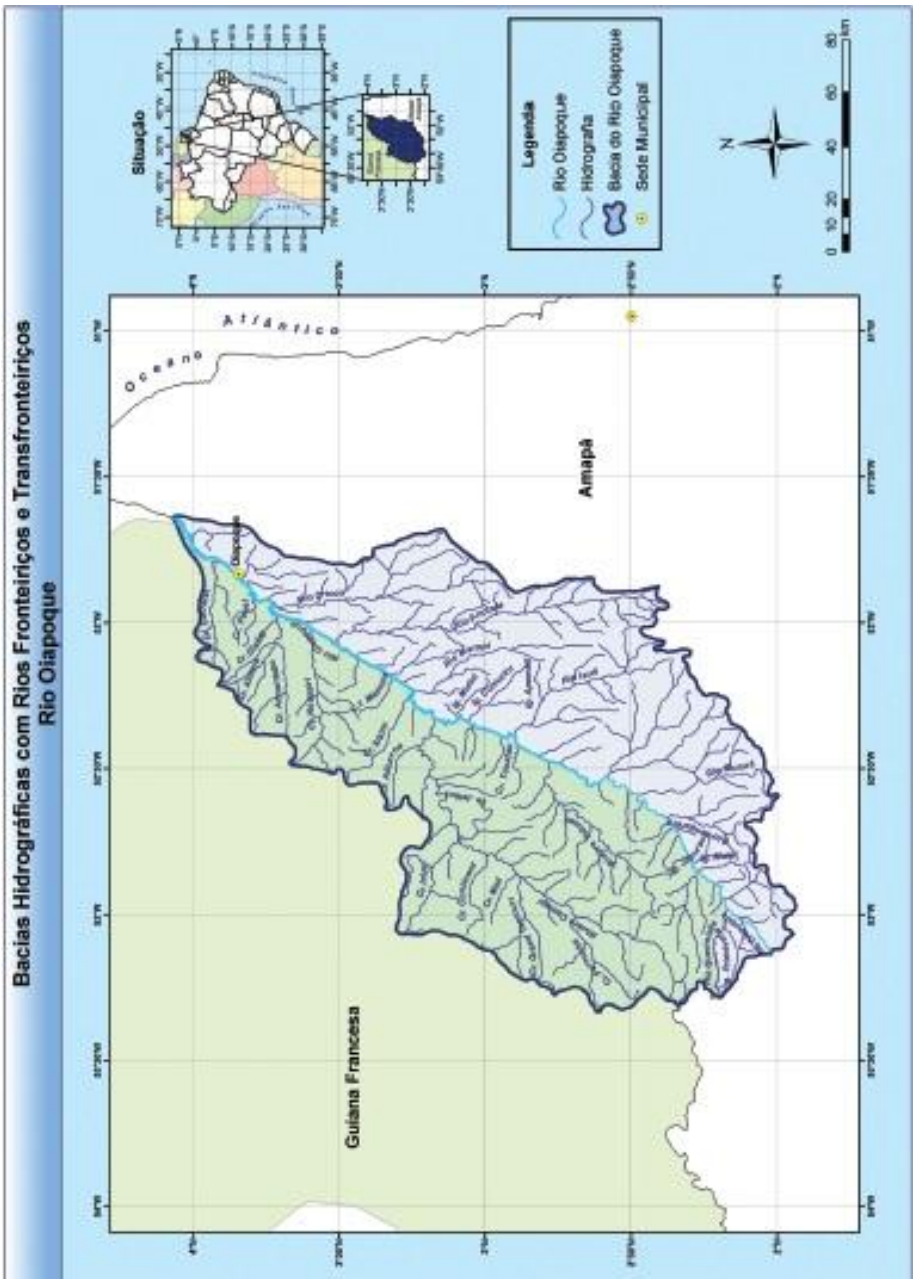


Figura 107: Bacia do Rio Oiapoque

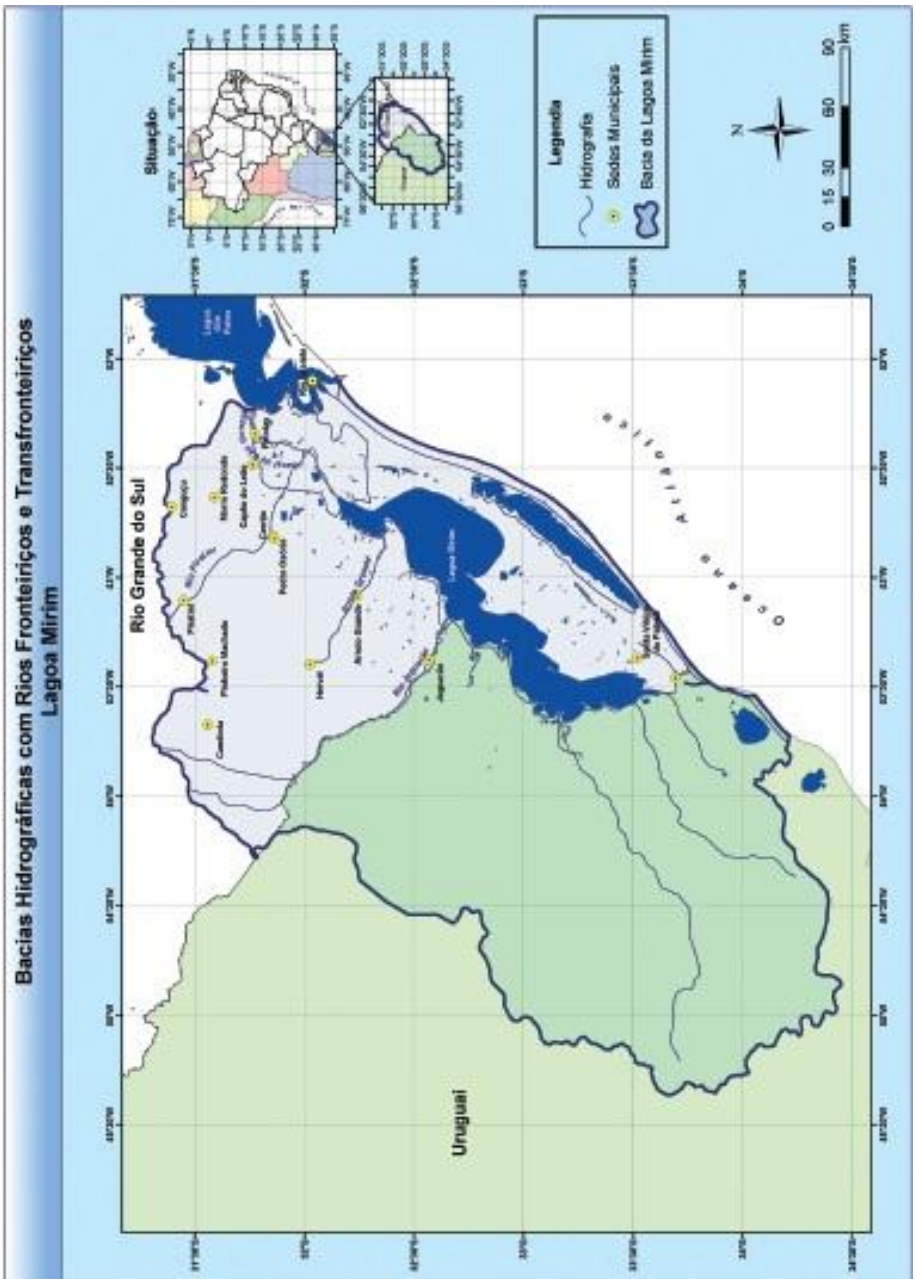


Figura 108: Lagoa Mirim

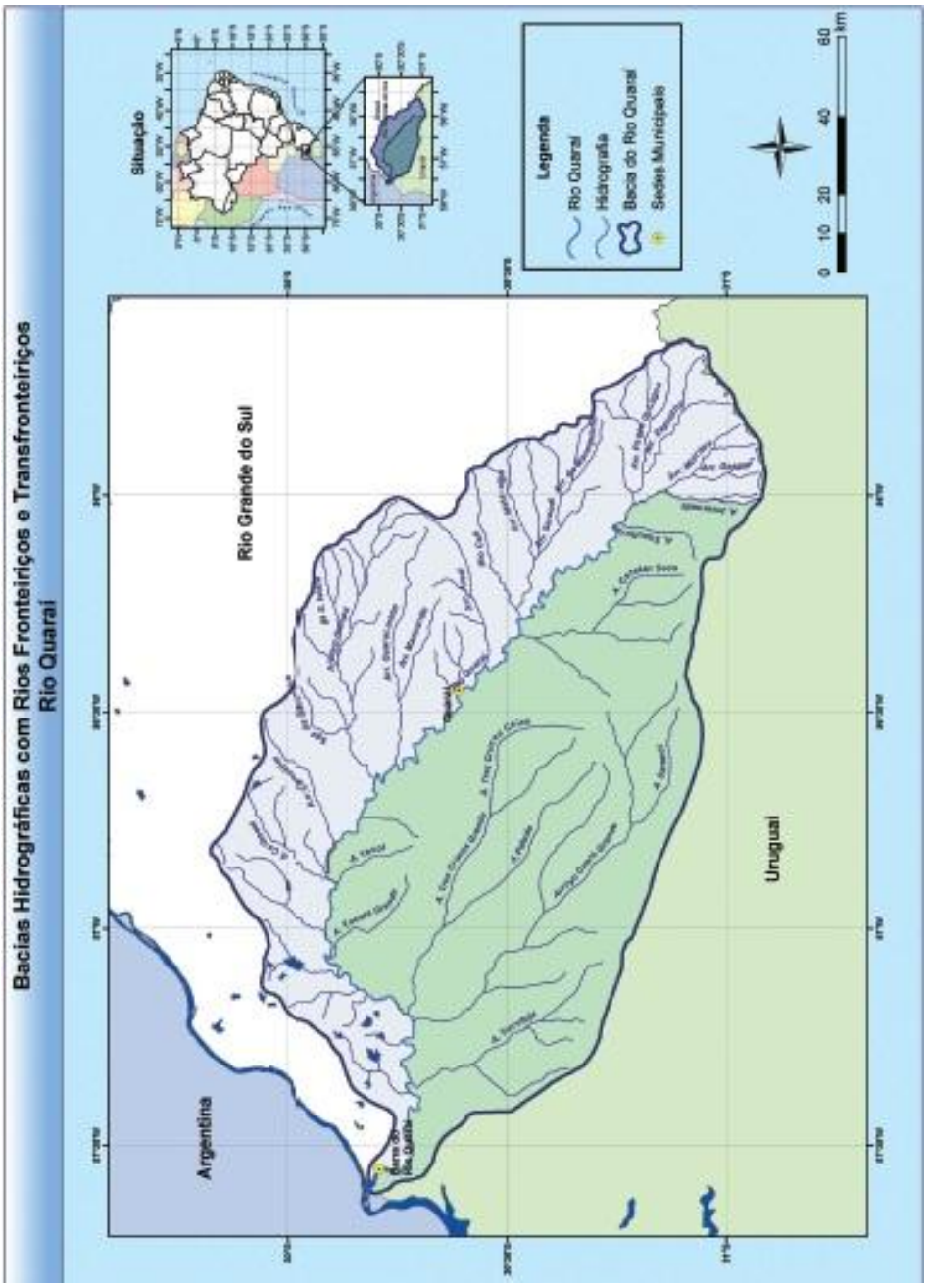


Figura 109: Bacia do rio Quaraí

ANEXO III - SIG Madeira: Sistema de Informações Geográficas da Bacia Hidrográfica do Rio Madeira

O SIG Madeira (Sistema de Informações Geográficas da Bacia Hidrográfica do rio Madeira) tem 788 Mb de informação georreferenciada no formato do software Arc Gis 9.3 apresentando as seguintes *layers*:

- DADOS AMBIENTAIS
  - Bacia Hidrográfica
    - Bacia Madeira
      - Brasil
      - Transfronteiriça
      - Cidades
      - Hidrografia
      - Municípios
      - Províncias
      - Vegetação
    - Sub-bacias
  - Biomas
  - Climas
    - Clima IBGE
    - Clima Koppen
  - Desmatamento
    - Amazonas
    - Mato Grosso
    - Pará
    - Rondônia
  - Geologia
  - Geomorfologia
    - Compartimentos do Relevo
    - Domínios Morfoestruturais
    - Regiões Geomorfológicas
  - Hidrogeologia
    - Aquíferos
    - Disponibilidade de Água Subterrânea
    - Poços d'água
  - Hidroquímica
    - Classificação das Águas Subterrâneas
      - Aquíferos com uso para irrigação
      - Poços d'água com uso para irrigação
    - Qualidade da Água
      - Índice de Qualidade da Água
  - Rede Hidrológica
    - Área Alagada dos Reservatórios
    - Corpos d'água
    - Grandes Rios
    - Hidrografia
    - Hidrografia Principal
    - Ilhas
    - Rios Navegáveis

- Mineração
  - Fase
  - Substância
  -
- Relevo
  - Altitude
    - Pontos Culminantes
      - Pico – Morro – Monte
      - Ponto Cotado – Altimetria
      - Serra
  - Hipsometria
  - Imagem Relevo América do Sul
- Solos
- Terras Indígenas
- Unidades de Conservação
  - Proteção Integral
  - Uso Sustentável
- Vegetação
- Qualidade da Água
- Outorga
  - Vazão Outorgada para captação – Região Hidrográfica
    - Vazão outorgada Superficial
    - Vazão outorgada subterrânea
  - Vazão Outorgada para captação – Unidade da Federação
    - Vazão outorgada Superficial
    - Vazão outorgada subterrânea

- DADOS SOCIOECONÔMICOS/INFRAESTRUTURA
  - Capitais
  - Sedes Municipais
  - Municípios
  - População Absoluta
    - População Total
    - População Rural
    - População Urbana
  - Densidade Demográfica
  - Alfabetização
  - Abastecimento de Água
    - Município com Abastecimento de Água (per capita)
    - Município com Rede de Água
    - Município com Rede Geral de Água
  - Esgotamento Sanitário
    - Município com Rede de Esgoto
    - Município sem Rede de Esgoto
  - Lixo
    - Município sem coleta de lixo
    - Município com coleta de lixo
    - Município atendido com coleta de lixo por classe de atendimento
    - Destino
      - Aterro controlado

            - Aterro Sanitário
            - Lixão
            - Triagem
            - Outros
    - Rede Viária
        - Malha Ferroviária
        - Malha Hidroviária
        - Malha Rodoviária
    - Portos
    - Aeroportos
    - Estados
- DADOS HIDROLÓGICOS/METEOROLÓGICOS
    - Insolação
        - Insolação anual
        - Insolação janeiro
        - Insolação fevereiro
        - Insolação março
        - Insolação abril
        - Insolação maio
        - Insolação junho
        - Insolação julho
        - Insolação agosto
        - Insolação setembro
        - Insolação outubro
        - Insolação novembro
        - Insolação dezembro
    - Precipitação
        - Precipitação anual
        - Precipitação janeiro
        - Precipitação fevereiro
        - Precipitação março
        - Precipitação abril
        - Precipitação maio
        - Precipitação junho
        - Precipitação julho
        - Precipitação agosto
        - Precipitação setembro
        - Precipitação outubro
        - Precipitação novembro
        - Precipitação dezembro
    - Temperatura
        - Mínima
        - Média
        - Máxima
    - Umidade
        - Umidade anual
        - Umidade janeiro
        - Umidade fevereiro
        - Umidade março
        - Umidade abril

        - Umidade maio
        - Umidade junho
        - Umidade julho
        - Umidade agosto
        - Umidade setembro
        - Umidade outubro
        - Umidade novembro
        - Umidade dezembro
    - Ventos
        - Ventos anual
        - Ventos janeiro
        - Ventos fevereiro
        - Ventos março
        - Ventos abril
        - Ventos maio
        - Ventos junho
        - Ventos julho
        - Ventos agosto
        - Ventos setembro
        - Ventos outubro
        - Ventos novembro
        - Ventos dezembro
    - Rede Hidrometeorológica
        - Estações Fluviométricas
        - Estações Sedimentométricas
        - Estações Telemétricas
        - Estações Pluviométricas
- DADOS ENERGÉTICOS
    - Geração de Energia Elétrica
        - PCH
        - UHE
        - UTE
    - Linha de Transmissão
    - Substestações
    - Potencial Eólico
    - Potencial Hidráulico